



南華大學
Nanhua University

2022-2023 永續發展目標報告書

Report on Sustainable Development Goals for 2022-2023



生命教育
Life Education

環境永續
Sustainable Environment

智慧創新
Intellectual Innovation

三好校園
Three Acts of Goodness

2024年11月

目標 14：水下生命

(Life below Water)

摘要

本校積極關注永續發展議題，除積極處理廢水外，更鼓勵教師參與保育及永續利用海洋與海洋資源，防止海洋環境劣化，為海洋永續發展盡一份心力。

本校積極處理廢水，設置污水處理廠，建立廢水處理流程，採取機械攔污柵、初沉池、調節池(T01-3)、曝氣池(T01-4)、終沉池、中間池、砂濾桶、放流池、污泥池、污泥脫水機等處理設施，每半年實施放流水水質檢測。2022-2023 年中水處理量 95,563 m³、中水澆灌用水 34,276 m³，回收使用率 35.50%。

本校葉裕民教授透過長年執行漁業署多項科技計畫，擔任漁業署行政科學家，每年代表台灣參加國際漁業管理組織會議，發表科學性研究報告，為台灣漁業與海洋資源與永續發展而努力。葉裕民教授近十年來主持行政院科技部、農業委員會漁業署的研究計畫，主要者多達 17 項。研究重點主要著重於台灣本島及印度洋大目魷與黃鰭魷熱帶魷類漁業資源評估與管理。應用領域主要分三大類，遠洋魷延繩釣漁業活動對於海鳥的衝擊評估與降低海鳥混獲忌避措施之研究、印度洋大目魷與黃鰭魷熱帶魷類漁業資源評估與管理以及台灣沿近海作業漁船時空分布解析及漁獲量推估。

以 106-108 年葉裕民教授主持行政院農業委員會科技計畫「印度洋熱帶魷類資源研究」為例，研究發現：(1)在熱帶區域，大目魷、黃鰭魷、油干的漁獲量以及作業年代是主要判定作業策略的因子，東熱帶區域，作業策略是隨著不同的作業時期(年代)而有所改變。西熱帶區域的北部則會因緯度的高低，會有不同的作業策略。(2)溫帶水域長鰭魷、油干、劍旗魚與南方黑魷的漁獲量以及作業年代是主要判定作業策略的因子。西溫帶水域，作業策略是隨著不同的作業時期(年代)而有所改變，這個現象呼應了 2006 年油干漁業的發展。東溫帶水域隨著作業時期的改變，會有不同的作業策略，而且有幾艘特定的漁船有其獨特的作業策略。本校葉裕民教授近十年來，獲行政院能農業委員會漁業署邀請參加二十幾次國際會議與發表二十幾篇國際會議科學報告。近期葉裕民教授於 2019 年參加「IOTC CPUE 標準化工作小組會議」，提出檢討與建議有三，一為，本次參與會議之圍網業者代表對於 IOTC 大目魷與黃鰭魷資源評估結果與現況不符產生質疑，並認為資源評估模型中之 CPUE 序列可能因忽略丟棄量而導致評估結果出現偏誤。二為，2017-2018 年我國黃鰭魷丟棄量比例相較歷年明顯上升，未來對於丟棄量資料收集將顯得重要，建議後續應加強對業者宣傳丟棄量回報之重要性，以期提升我國丟棄量回報之比例。三為，後續對於小釣作業層級資料應先行檢視可利用性，以便因應屆時 CPUE 工作小組提出該資料之需求。

「目標 14：水下生命」2022 年 8 月至 2023 年 7 月，主要的成果數據如下表。

指標	數量	備註
中水處理量(m ³)	95,536	
中水澆灌使用量(m ³)	34,276	
中水回收使用率(%)	35.5	逐年追蹤成果

Objective 14: Life below Water

Abstract

Nanhua University actively pays attention to sustainable development issues. In addition to actively treating wastewater, it encourages teachers to participate in the conservation and sustainable use of oceans and marine resources, prevent the marine environment's degradation and contribute to the ocean's sustainable development.

The university actively treats wastewater by setting up sewage treatment plants and establishing wastewater treatment processes. The treatment system adopts mechanical trash racks, primary sedimentation tanks, adjustment tanks (T01-3), aeration tanks (T01-4), final sedimentation tanks, intermediate tanks, sand filter buckets, drainage tanks, and sludge tanks, sludge dewatering machines, and other methods. Furthermore, drainage water quality testing is implemented every six months. In the 2022-2023 academic year, the treatment volume of reclaimed water was 95,563 m³, the water used for reclaimed irrigation was 34,276 m³, and the recycling rate was 35.50%.

Associate professor Yu-Min Yeh of our University has been implementing several scientific and technological projects funded by the Fisheries Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC, for many years and has served as an administrative scientist of Fisheries Agency. As a Taiwan delegate, Dr. Yeh participates in many Regional Fisheries Management Organization meetings and publishes scientific research reports every year. Dr. Yeh devotes to the sustainable development of Taiwanese fisheries and marine resources. In the past ten years, Dr. Yeh has presided over more than seventeen projects funded by the Ministry of Science and Technology and the Fisheries Agency. The research focuses on assessing and managing tropical fishery resources of bigeye and yellowfin tuna in the Indian Ocean and the offshore and coastal fisheries around Taiwan. The application fields are mainly divided into three categories, impact assessment of the pelagic tuna longline fishing activities on seabirds and evaluation of mitigation measures to reduce incidental catch of seabirds, the assessment and management of tropical tuna fishery resources of Indian Ocean bigeye and yellowfin tuna, and the temporal and spatial distribution of fishing vessels operating in the coastal waters of Taiwan as well as estimation of the total catch.

For example, in the project titled "CPUE index and stock assessment of Taiwanese tropical tunas in the Indian Ocean" funded by Fisheries Agency in 106-108, the findings were (1) In tropical regions, the fishing strategy can be determined by the catch composition of bigeye tuna, yellowfin tuna, and oil fish combined with fishing year. In the eastern tropical zone, the fishing strategy is changed with fishing years. The northern part of the western tropical zone did have different fishing strategies depending on the latitude. (2) The catch composition of albacore, oil fish, swordfish, and southern

bluefin tuna in temperate waters, as well as the fishing year, are the main factors determining the fishing strategy. In western temperate waters, the fishing strategy changes with fishing years. This result echoes the development of oil fishery in 2006. The eastern temperate zone waters have different fishing strategies with the fishing year's change; moreover, several specific fishing vessels have unique fishing strategies. In the past ten years, Dr. Yeh has been invited by the Fisheries Agency to participate in more than 20 international conferences and has published more than 20 scientific reports on those international conferences. Recently, Dr. Yeh participated in the "The Sixth IOTC CPUE Workshop on Longline Fisheries" in 2019 and made three recommendations for international fisheries management. One is that representatives of the purse seine industry participating in the meeting raised doubts about the inconsistency between the assessment results of IOTC bigeye and yellowfin tuna resources and the current situation. It is believed that the CPUE index adopted in the stock assessment model may cause the evaluation result to be biased due to ignoring the discard amount. The second is that the proportion of yellowfin tuna discarded reported by Taiwanese fishery from 2017 to 2018 has increased significantly compared to previous years. The reporting of discard data will become important in the future. It is recommended to strengthen the discard reporting by industry to increase Taiwanese longline fishery's discard reporting rate. The third is that, in the future, the availability and reliability of operational level catch data by Taiwanese small-scale longline fishery should be checked to meet the CPUE working group's needs at that time.

「 Goal 14 : Underwater Life 」 From August 2022 to July 2023, the main results are as follows:

Index	Quantity	Remark
Reclaimed water treatment capacity (m ³)	95,536	
Reclaimed water irrigation usage (m ³)	34,276	
Reclaimed water recycling rate (%)	35.5	Tracking results year by year

目標 14：水下生命(Life below Water)

目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	iii
壹、廢水處理與減少塑膠使用.....	2
一、廢水處理	2
二、減少塑膠使用	6
貳、行政院科技部、農業委員會漁業署的委託研究.....	7
參、印度洋熱帶鮪類資源研究.....	8
一、印度洋熱帶鮪類資源研究(I)：106 年.....	8
二、印度洋熱帶鮪類資源研究(II)：107 年.....	8
三、印度洋熱帶鮪類資源研究(III)：108 年.....	9
一、參加 IOTC CPUE 標準化工作小組會議.....	11
附件 1.....	15
附件 2.....	28
附件 3.....	42

目標 14：水下生命

本校積極參與保育及永續利用海洋與海洋資源，防止海洋環境劣化，以確保永續發展。世界各國已體悟全球海洋資源之利用已接近飽和甚至過度，如何適當的管理保育與合理的開發是使資源得以永續利用刻不容緩的議題。台灣沿近海漁業與遠洋漁業都是台灣重要的產業，尤其台灣遠洋漁業船隊規模龐大，在全球首屈一指，所以台灣對於全球漁業資源的保育與管理責無旁貸。

台灣已是三大洋遠洋漁業大國，對於公海資源，尤其是鮪旗類資源狀態的掌握，台灣的漁獲統計相關資料實屬不可或缺。考慮商業性漁捕行為的發展對漁業目標物種資源的影響是重要的議題外，然在環保意識高漲的國際社會，其對於意外捕獲物種所帶來的衝擊，亦發是不容忽視的問題。

台灣遠洋鮪延繩釣船隊規模龐大，且部分作業區域和多種保育類海鳥分布範圍重疊，為確實掌握遠洋鮪延繩釣業目標魚種漁撈作業和意外混獲物種狀況，台灣長期派遣科學觀察員登船紀錄相關資訊。本校與葉裕民教授長期與漁業署合作，擔負起責任制漁業應盡的責任與義務，執行行政院農業委員會漁業署相關科技計畫，分析觀察員資料，對於鮪延繩釣漁業意外捕獲海鳥狀況進行科學性且信賴度高的量化評估。合作範圍包括台灣沿近海漁業基礎漁獲資料的蒐集、沿近海漁業漁場熱點分析與漁撈作業動態解析、遠洋鮪延繩釣漁業資源評估與管理相關之各類科學行政與研究工作。葉裕民教授透過長年執行漁業署多項科技計畫，擔任漁業署行政科學家，每年代表台灣參加國際漁業管理組織會議，發表科學性研究報告，為台灣漁業與海洋資源與永續發展而努力。

葉裕民教授歷年來的研究重點主要著重於台灣本島及印度洋大目鮪與黃鰭鮪熱帶鮪類漁業資源評估與管理。應用領域主要分三大類，遠洋鮪延繩釣漁業活動對於海鳥的衝擊評估與降低海鳥混獲忌避措施之研究、印度洋大目鮪與黃鰭鮪熱帶鮪類漁業資源評估與管理以及台灣沿近海作業漁船時空分布解析及漁獲量推估。

公海漁場與資源日趨減少，臺灣沿近海漁業亦應更加重視。葉裕民教授多年執行行政院農業委員會漁業署相關科技計畫，應用多種漁業科學研究方法蒐集作業漁船樣本戶漁撈作業紀錄，解析台灣商業性鮪延繩釣漁業漁獲統計資料與觀察員資料，並結合漁業署港口訪查資料與漁業署安裝在我國漁船之航程記錄器 (Vessel Data Recorder, VDR) 所蒐集到的漁船航程作業地理資訊。藉此掌握漁船作業動態，解析台灣沿近海主要漁業作業漁場之時空分布情形及其主要漁獲魚種資源之分布動態，提供科學管理建議，以利台灣漁業管理機關訂定台灣沿近海漁業管理措施。同時應漁業署邀請擔任行政科學家，長年參與國內各類漁業管理科學會議，更代表台灣參與國際漁業組織印度洋鮪類委員會 (Indian Ocean Tuna Commission, IOTC) 之科學委員會會議發表科學性研究報告。

壹、廢水處理與減少塑膠使用

本校擁有廢水處理場與處理流程，致力減少校園塑膠垃圾，有效防止和減少各種河流、海洋污染。

一、廢水處理

(一)擁有廢水防治措施計畫及排放許可文件：

本校於廢水處理場設置(變更前)，依據「水污染防治法」第 13 條規定檢具水污染防治措施計畫及相關文件，送嘉義縣環境保護局審查核准，取得水污染防治措施計畫(詳見圖 1-1、圖 1-2)。並依據「水污染防治措施計畫及許可申請審查管理辦法」第 31 條規定，申請核准展延。

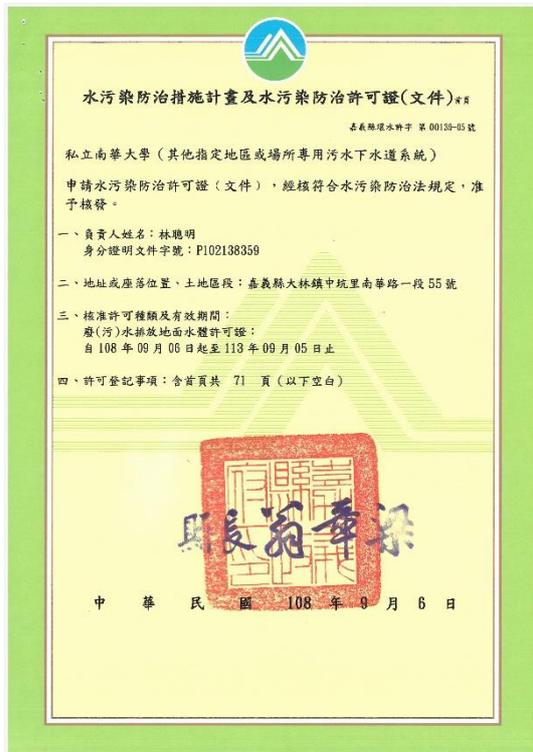


圖 1-1 水污染防治許可證

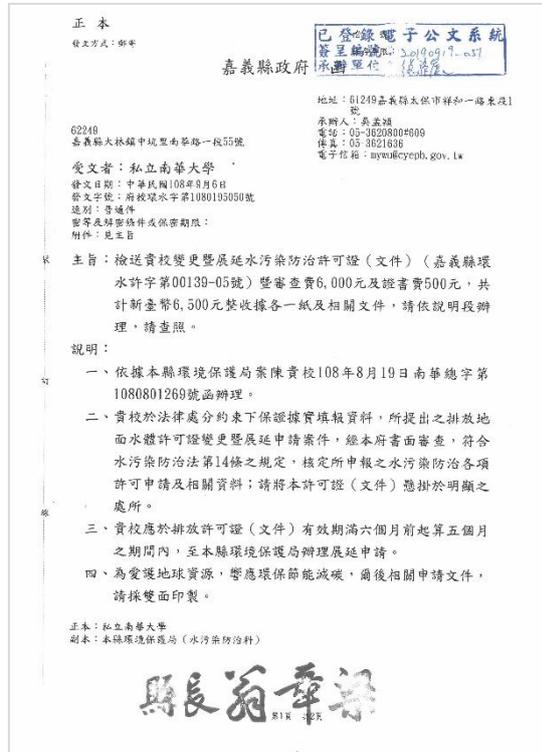


圖 1-2 許可證核准函

(二)擁有廢水處理流程：

本校生活廢水經污水管線收集後直接進入污水處理場之機械攔污，攔除較大污物後進入初沉池，將較小之污物去除後流入流量調整池，以原水泵定量抽送進入接觸氧化池後經生物介質上之固定生物膜接觸消化，預計可去除 90%之 BOD，處理水再流入二沉池以澄清水質，澄清水經集水渠收集後導入中間抽水井，以抽水機抽入過濾桶過濾，進入消毒池加氯消毒後放流及回收利用。廢水處理流程(詳見圖 1-3)。

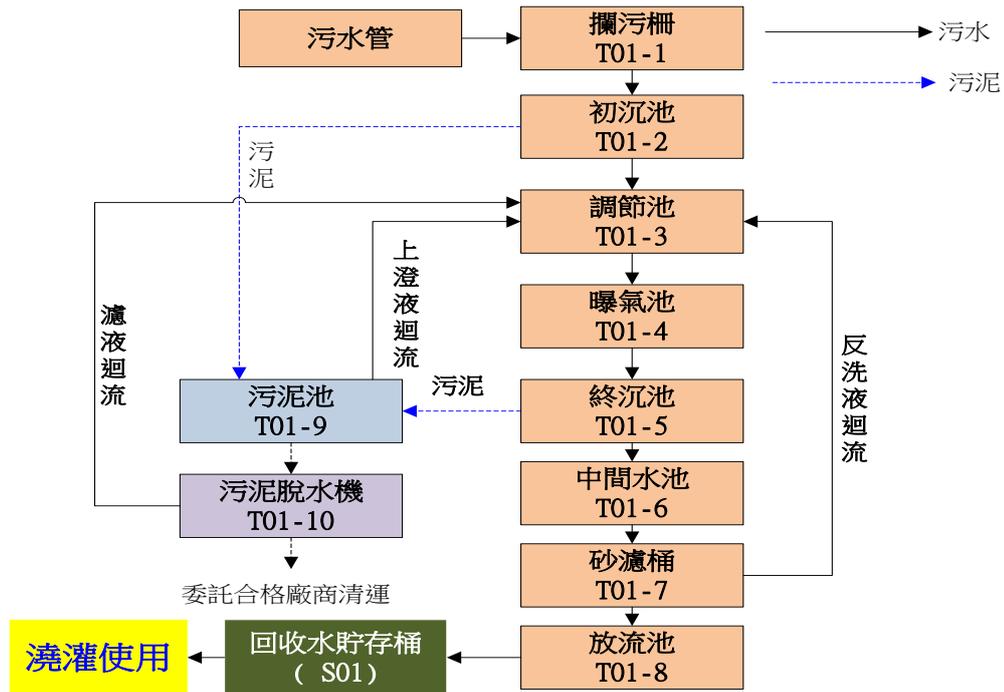


圖 1-3 廢水處理流程圖

廢水處理分為十個單元，各單元介紹如下，廢水處理單元照片，詳見圖 1-4。

- 1.機械攔污柵 (T01-1)：操作時將其選擇開關開至自動，就可受進水渠液位開關的控制，依篩網阻塞所產生之水投損失狀況而自動啟動刮除或停止。
- 2.初沉池(T01-2)：初沉池污泥泵浦採用推進腔式，主控制盤上設置單一手動開關，定期抽除沉澱之污泥，排泥前須選擇排泥泵浦及需排泥之初沉池，再啟動泵浦，待出水無污泥時再關閉泵浦。
- 3.調節池 (T01-3)：設置四組於廢水調整池內，正常操作時將其選擇開關至自動，則接受定時器及池內液位開關控制交替或併聯運轉抽送原水進入輪篩機，強制運轉則將開關開至手動即可。
- 4.曝氣池 (T01-4)：經調整池後之廢水由原水泵抽送至接觸氧化池，再與最終沉澱池的返送污泥混合後經生物介質上之固定生物膜進行接觸消化處。
- 5.終沉池 (T01-5)：同初沉池污泥泵浦之操作方式。
- 6.中間池 (T01-6)：池內裝設二組泵浦共 4 台，將處理水均勻定量流入砂濾桶中，每組泵浦各包含砂濾進流泵及反沖洗泵各一台，以提供單一砂濾桶使用，正常操作時將其選擇開關開至自動則接受池內液位開關控制交替或併聯運轉抽送進入砂濾桶。
- 7.砂濾桶 (T01-7)：操作時將其選擇開關至自動，就可接收 PLC 控制器的控制，依定時器之時間及水池內之液位控制過濾泵浦及反沖洗泵浦，使其達到過濾之效果，隔膜式氣動閥隨泵浦同步運轉。
- 8.放流池 (T01-8)：經壓力式砂濾桶處理後之處理水排放流池經消毒後，回收使用及放流。

9. 污泥池 (T01-09)：初沉池及二沉池之污泥以泵浦送至污泥貯存槽，上澄液由上澄液溢流回調節池。
10. 污泥脫水機 (T01-10)：經濃縮消化後之污泥，用污泥進料泵送入污泥脫水機進行脫泥，脫泥後之污泥由太空包收集，再定期委外清運處理。

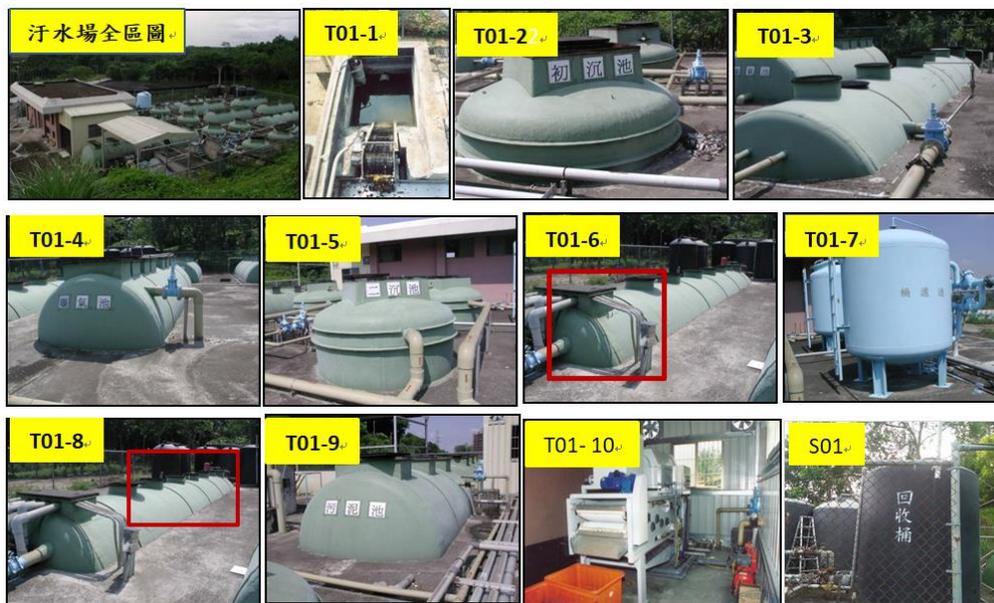


圖 1-4 廢水處理單元照片

(三) 廢水防治措施操作維護：

廢水防治措施操作維護方面，由廢水處理專責人員，負責污水處理場之日常操作維護工作(證照詳見圖 1-5)。專責人員執行業務內容如下：

1. 釐定廢(污)水收集、處理及改善。
2. 協助事業或污水下水道系統減輕污染源之質、量查核，預防管理措施實施情形，並向負責人提供查核結果有關污染改善及管理之建議。
3. 管理、維護廢(污)水處理設施之正常操作，並做成保養維護紀錄。
4. 廢(污)水排放及放流口之管理。
5. 水污染防治法規定之廢(污)水處理資料之申報、其他申請、申報事項之管理。
6. 實施廢(污)水之水質及水量檢測。
7. 擬定並協調實施廢(污)水處理設施故障之應變計畫及緊急措施，並向主管機關報備故障相關紀錄。
8. 放流水水質定期檢測，定期進行放流水水質檢驗如表 1-1，歷年來水質檢驗優於法規標準。



圖 1-5 廢水處理專責人員證書

由廢水處理專責人員負責污水處理場之日常操作維護，並定期委由專業廠商進行設備機能檢查詳圖 1-6，檢查紀錄建檔備查，以確保設備正常運作，放流水水質優於法規規定。



▲ 溶氧測定

▲ 運轉電流測試

▲ 30 分鐘沉降試(SV30)



▲ 放流水殘餘氯測定

▲ 放流水 PH 值測定

▲ 調節池液位開關功能測定

圖 1-6 污水處理場設備(施)定期巡檢照片

表 1-1 2023 年 5 月 17 日放流水水質檢驗值

場址 編號	PH 值	懸浮固體 (mg/L)	化學需氧 量(mg/L)	生化需氧量 (mg/L)	油脂 (mg/L)	大腸桿 菌 (mg/L)
D01	7.8	8.8	40.1	13.4	<0.5	<10
D02	7.6	5.7	21.2	18.2	<0.5	<10
標準值	6~9	30	100	30	-	-

註：歷年來水質檢驗均優於放流水排放標準值。

(四)中水收集利用成效

2017~2023 學年度廢水處理量、回收使用量統計(如表 1-2)，做為植物、草皮澆灌用水及景觀池補助水源。

表 1-2 2017~2022 年廢水處理量、回收使用量統計表

年度	生活污水處理量(m ³)	園藝澆灌用水(m ³)	回收使用率(%)
2021	88,376	34,714	39.27
2022	96,563	34,276	35.50
2023	92,348	33,832	36.64

二、減少塑膠使用

本校校長於 2015 年 10 月簽署「ISO50001 能源政策」承諾，承諾「打造節能低碳校園、構建智慧綠色校園」，於 2016 年 12 月 12 日衛生委員會提案二，提出「，減少塑膠袋和塑膠製品使用量，及培養自備環保袋與環保餐具的習慣，將於 105 學年度第二學期開始執行」。

本校已於 105 年起已全校禁止使用塑膠袋。更於 2020 年 10 月 21 日校務前瞻會報，校長重申：「請各單位減少塑膠袋、吸管、塑膠至品及一次性物品等之使用，並鼓勵自備餐具」的政策。

貳、行政院科技部、農業委員會漁業署的委託研究

本校全力支持海洋資源研究，葉裕民教授主持行政院科技部、農業委員會漁業署的主要研究如下表 2-1：

表 2-1 本校葉裕民教授主持的海洋資源研究

年度	計畫名稱	計畫編號
109	印度洋熱帶鮪類資源研究	科技部 C101000367
109	愛麗絲夢遊仙境職場-動物换位思考	科技部 C109000343
108	科-海鳥群聚與海鳥攻擊魚餌率與混獲率之關聯分析	科技部 C108000074
107	印度洋熱帶鮪類資源研究	107 農科-9.1.2-漁-F2(2)
106	印度洋熱帶鮪類資源研究	106-農科-10.1.2-漁-F1(Z)
106	臺灣沿近海西部漁業活動之調查研究	106 農科-10.2.3-漁-F1(2)
105	印度洋熱帶鮪類資源指標暨資源評估研究	105 農科-11.1.2-漁-F1 (3)
105	臺灣沿近海西部漁業活動之調查分析	105 農科-11.2.3-漁-F1 (3)
103	印度洋熱帶鮪類(大目鮪及黃鰭鮪)資源研究	103 農科-11.1.1-漁-F2(3)
103	臺灣沿近海刺網漁業活動之調查研究	103 農科-11.2.1-漁-F1(2)
102	印度洋熱帶鮪類(大目鮪及黃鰭鮪)資源研究(CPUE 標準化)	102 農科-11.1.1-漁-F2(2)
102	臺灣沿近海刺網漁業活動之調查研究	102 農科-11.2.1-漁-F1(2)
101	印度洋熱帶鮪類(大目鮪及黃鰭鮪)資源研究(CPUE 標準化)	101 農科-11.1.1-漁-F2(2)
101	降低海鳥混獲忌避措施之研究	101 農科-11.1.1-漁-F9
101	臺灣沿近海刺網漁業活動之調查研究	101 農科-11.2.1-漁-F1(3)
100	印度洋熱帶鮪類(大目鮪及黃鰭鮪)歷史資料檢視暨 CPUE 標準化研究	100 農科-10.1.1-漁-F2(3)
100	臺灣沿近海刺網漁業活動之調查研究	100 農科-10.2.1-漁-F1(3)
99	印度洋大目鮪及黃鰭鮪 CPUE 標準化及資源評估	99 農科-10.1.1-漁-F2(2)

參、印度洋熱帶鮪類資源研究

本校葉裕民教授主要著重於台灣本島及印度洋大目鮪與黃鰭鮪熱帶鮪類漁業資源評估與管理。茲以 106-108 年葉裕民教授主持行政院農業委員會科技計畫「印度洋熱帶鮪類資源研究」為例，予以說明。

行政院農業委員會有感於印度洋熱帶鮪類資源的重要，委託葉裕民教授主持為期三年的「印度洋熱帶鮪類資源研究」，研究重點報告，參照附件 1 至附件 3。三年研究報告的摘要依序如下。

一、印度洋熱帶鮪類資源研究(I)：106 年

依本年度全程計畫目標檢視與分析我國印度洋熱帶鮪類作業層級資料與觀察員資料之漁獲與體長資料，以掌握漁業利用資源動態發展。並進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪 CPUE 標準化研究分析，以因應 2017 年國際漁業組織印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類資源指標更新評估。

根據觀察員資料進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪體長與體重關係式估算，印度洋大目鮪體長與體重關係式估算為 $W_i = 0.0000214L_i^{2.98211}$ ，印度洋黃鰭鮪體長與體重關係式估算為 $W_i = 0.00059L_i^{2.794842}$ 。

今年四度進行延續性進階國際合作，在台日韓與塞席爾四國作業日誌資料的保密性已充分考慮下，由 IOTC 外聘僱問整合四國作業層級的漁獲作業資料，估算出最具代表性的鮪延繩釣漁業印度洋大目鮪與黃鰭鮪的單位努力漁獲量標準化序列，提供與 2016 年印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類工作小組進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種資源評估。

本研究根據我國之漁獲資料採用國際合作發展出的研究分析架構以及 R 程式碼進行 CPUE 標準化序列，以利後續之分析比較。根據往年的先期研究對於我國漁業與漁業資料之概況與特性深度剖析，更新定義大目鮪與黃鰭鮪於資源評估用的統計漁區，並利用群集分析法區別出各漁業在各統計區的作業策略，並將此結果作為標的魚種的替代資訊，後續進行大目鮪與黃鰭鮪的 CPUE 標準化時，可以用群集組別效應納入模式以估算更適當的 CPUE 標準化序列。

經由四年的國際合作研究，依據分析結果，形成許多觀點與建議可供後續在資料處理與研究方向上參考。整體而言，透過深度的國際合作處理，長久以來關於印度洋熱帶鮪類 CPUE 標準化序列趨勢不確定性的緊張情勢已在今年的資源評估工作上已大幅緩解。漁業署已與 IOTC 及其他會員國達成共識，支持此一國際合作計畫，相信對於我國的形象與漁業資源評估的可信度皆有所提升。

二、印度洋熱帶鮪類資源研究(II)：107 年

今年四度進行延續性進階國際合作，在台日韓與塞席爾四國作業日誌資料的

保密性已充分考慮下，由 IOTC 外聘僱問整合四國作業層級的漁獲作業資料，估算出最具代表性的鮪延繩釣漁業印度洋大目鮪與黃鰭鮪的單位努力漁獲量標準化序列，提供與 2018 年印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類工作小組進行印度洋黃鰭鮪魚種資源評估。

本研究根據我國之漁獲資料採用國際合作發展出的研究分析架構以及 R 程式碼進行 CPUE 標準化序列，以利後續之分析比較。根據往年的先期研究對於我國漁業與漁業資料之概況與特性深度剖析，更新定義大目鮪與黃鰭鮪於資源評估用的統計漁區，並利用群集分析法區別出各漁業在各統計區的作業策略，並將此結果作為標的魚種的替代資訊，後續進行大目鮪與黃鰭鮪的 CPUE 標準化時，用群集組別效應納入模式以估算更適當的 CPUE 標準化序列。

本研究亦將觀察員資料與小釣漁業漁獲資料一併進行檢視分析，分析結果顯示我國延繩釣小釣漁業自 2010 後主要作業漁區已與大釣作業漁區高度重疊，但不同的是在東印度洋，如孟加拉灣仍有小釣在此海域捉黃鰭鮪。以小釣作業月別分布趨勢來看，除了 12 月份在偏重東印度洋作業外，其餘月份作業分布較無明顯模式，頗為分散。另分析 2017 年觀察員航次資料，以探討目前統計航次定義(船月)的妥適性，結果顯示原則上以船月為統計航次頗為合理，但是還是有些案例顯示魚種組成周與周之間亦會呈現明顯差異，日後可以嘗試比較以船周為統計航次定義的分析結果是否有顯著差異。

2018 年國際漁業組織 IOTC 更新黃鰭鮪漁獲資料與執行完整資源評估，認為此資源仍面臨過度捕撈(overfishing)，且達過漁狀態(overfished)。最大持續生產量估計值約 35 萬公噸，而近五年平均每年印度洋黃鰭鮪總漁獲量約 42 萬公噸，而 2017 年約 44 萬公噸。目前黃鰭鮪的國際管理規範似乎並無法有效落實控制漁獲量，後續管理需要再檢討因應。2018 年印度洋大目鮪未做全面性完整評估，根據 2016 年資源評估結果認為此資源尚未面臨過度捕撈(overfishing)，且未達過漁狀態(overfished)。各種資源評估模式分析結果皆顯示大目鮪目前資源量並未過漁，且亦未處於過漁狀態，然而目前大目鮪最大持續生產量(MSY)點估計為 10 萬四千噸，但是綜合各種資源模式評估結果可能範圍區間分布頗大，約介於 87,000~121,000 噸之間。近五年平均年漁獲量約為十萬公噸，2017 年大目鮪總漁獲量約為九萬公噸，皆未超過 MSY 水準。

三、印度洋熱帶鮪類資源研究(III)：108 年

本計畫主要目標為檢視與分析我國印度洋熱帶鮪類作業層級資料與觀察員資料之漁獲與體長資料，以掌握漁業利用資源動態發展。配合印度洋鮪類委員會(IOTC)執行印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種資源評估，進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪 CPUE 標準化研究分析，並提出相關研究報告，以因應 2019 年國際漁業組織印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類資源指標更新評估。

本研究採用聚集分析處理標的魚種漁獲率的差異性議題，並利用決策樹探討

各聚集所對應之作業策略的特徵。研究發現在熱帶區域，大目鮪、黃鰭鮪、其他魚類(油干)的漁獲量以及作業年代是主要判定聚集分類的因素，解釋度都接近七成。而東熱帶區域，作業策略是隨著不同的作業時期(年代)而有所改變。西熱帶區域的北部則會因緯度的高低，會有不同的作業策略。溫帶水域長鰭鮪、其他魚類(油干)、劍旗魚與南方黑鮪的漁獲量以及作業年代是主要判定聚集分類的因素，解釋度都高過七成。而西溫帶水域，作業策略是隨著不同的作業時期(年代)而有所改變，這個現象呼應了 2006 年油干漁業的發展。東溫帶水域隨著作業時期的改變，會有不同的作業策略，而且有幾艘特定的漁船有其獨特的作業策略。

五年來我國與日本、韓國與塞席爾科學家以及 IOTC 外聘獨立科學家共同探究印度洋熱帶鮪類標準化 CPUE 變動趨勢的合理估算方法，合作過程與成果已於五屆的 IOTC 熱帶鮪類工作小組會議中發表數篇研究報告，有助於印度洋熱帶鮪類資源利用狀態有更清楚的認識。因仍有許多疑慮待釐清，每年的國際合作均受國際漁業管理組織期待。

透過公開透明的國際合作，逐步提升對於漁獲統計資料的深度理解與運用，以期資源評估結果更具確定性。整體而言，除了透過深度的國際合作處理長久以來關於印度洋熱帶鮪類 CPUE 標準化序列趨勢不確定性的議題外，我國持續提供國際漁業組織我國漁業動態資訊對於我國的形象與漁業資源評估的可信度皆有所提升。

肆、水下生命相關會議

本校葉裕民教授近十年來，獲行政院能農業委員會漁業署邀請參加十幾次國際會議與發表十幾篇國際會議科學報告。以近期葉裕民教授於 2019 年 4 月 28 日至 5 月 3 日參加「IOTC CPUE 標準化工作小組會議」為例說明之。

本校葉裕民教授參加「IOTC CPUE 標準化工作小組會議」進行專題報告，會議地點在西班牙 AZTI 聖塞巴斯蒂安。會議總結報告重點如下：

一、參加 IOTC CPUE 標準化工作小組會議

葉裕民教授於 2019 年 4 月 28 日至 5 月 3 日參加「IOTC CPUE 標準化工作小組會議」，進行專題報告，會議地點在西班牙 AZTI 聖塞巴斯蒂安。會議總結報告重點如下：

(一)前言

IOTC CPUE 標準化工作小組會議於本年 4 月 28 日至 5 月 3 日於西班牙 AZTI 聖塞巴斯蒂安舉行，會議主席由 IOTC WPTT 工作小組主席 Dr. Dr. Gorka Merino 擔任，參與人員包括 IOTC 秘書處資源評估專家 Mr. Dan Fu、IOTC 外聘科學家 Dr. Simon Hoyle、日本科學家 Dr. Takayuki Matsumoto，韓國科學家 Dr. Doo Nam Kim、Dr. Sung Il Lee，圍網業者 Dr. Miguel Herrera 以及 IOTC SC 主席 Hilario Murua。而我國代表由南華大學葉裕民副教授和對外漁協資訊組張舒婷組員出席。本次會議主要檢視 Dr. Simon Hoyle 整合台、日、韓以及塞席爾作業層級資料進行大目魷和黃鰭魷 CPUE 標準化的結果，該所得結果將提供熱帶魷類工作小組進行資源評估之用。

(二)會議過程和討論

1. 秘書處簡報 IOTC-CPUE 發展歷程及緣由，並說明今年的目標是需要能產出一條整合各國大目魷 CPUE 標準化供 WPTT 進行大目魷資源評估，另外亦檢視前兩年 WPTT 及 SC 的建議以提供外聘科學家進行大目魷 CPUE 標準化，由於部分資源評估模型設定中無法同時納入分區 CPUE 序列，因此需要將分區 CPUE 序列整合為一條，外聘科學家表示對於如何整合 CPUE 序列方式可能要進行區域權重估計研究。
2. 日本代表簡報其大目魷與黃鰭魷漁業發展及說明歷年漁獲量分布和 CPUE 趨勢狀態，其中日本說明雖然近年東南印度洋長鰭魷漁獲量呈現增加趨勢，但體型皆不大，應非屬專作性質，這可能與作業船漁撈策略轉變有關，而因日本於熱帶區域作業的每筐鈎數(HBF)在超過 22 鈎的比例明顯增加，與我國近年因使用美式滾筒作業而導致 HBF 大幅增加的情況類似，故會中有詢問是否亦因美式滾筒作業影響，但其表示，尚未聽過美式滾筒導入作業中，其只聽說近期業者在支繩設置上改採較輕的材質，但不清楚之間是否有相關，

另外會中討論日本早期努力量變動成因很大因素與石油危機相關。而在檢視日本 CPUE 趨勢中發現，在模型中的主支繩材質與 HBF 的相關性很高(可能是因當材質改變，為了維持一樣的漁獲力，通常 HBF 亦會進行調整)，對於 HBF 的解釋力可能造成混淆。

3. 韓國代表簡報其大目魷與黃鰭魷漁業發展及說明歷年漁獲量分布和 CPUE 趨勢狀態，其說明今年度漁場主要都在熱帶區域，主因是作業船未前往澳洲西岸作業南方黑魷，另黃鰭魷漁獲量在馬達加斯加西岸呈現增加趨勢，整體看來，近兩年漁獲分布主要是在馬達加斯加跟熱帶海域。而在 HBF 分佈上，明顯呈現兩種峰度(深鈎 15 鈎與淺鈎 10 鈎)，主要與其漁船作業動態相關，通常部分船會季節性南下溫帶區域漁撈南方黑魷，待漁季結束後再重返熱帶區域作業，但亦會有部分船則是全年在熱帶區域漁撈大目魷與黃鰭魷。
4. 外聘科學家 Dr. Simon Hoyle 說明現階段大目魷和黃鰭魷區域劃分方式及不分區的方式，並討論分區 CPUE 該如何合併估計一條全印度洋的 CPUE 指標序列，可提供其他資源評估模式使用，會中提到依據 cluster 比重方式會是一個可行的方向。
5. 葉裕民副教授簡報我國大目魷與黃鰭魷漁業發展及說明歷年漁獲量分布和 CPUE 趨勢狀態，並於會中反應我國業者針對黃鰭魷和大目魷資源評估結果與實際漁況不相符的情形，而日本韓國代表表示其黃鰭魷漁獲目前皆無法達到配額量，故無配額不敷使用的問題，且亦未聽聞業者表達黃鰭魷漁況佳的情形，但這亦有可能是因與台灣作業區域不同所致，對此會中討論若因漁況佳導致配額不敷使用，則應會在丟棄量反應出來，應先對丟棄量情況先行檢視，故請各方代表整理歷年大目魷和黃鰭魷丟棄量趨勢圖及比例圖後在一同檢視，另外亦針對是否應將我方小鈎作業層級資料投入 CPUE 標準化中進行討論，外聘科學家表示由於作業型態不同，並不適宜併入大鈎船資料中進行運算，但可先行檢視小鈎船作業層級資料的分布了解其影響性，並詢問我方是否能提供進行檢視，我方回應該資料尚未授權提供與會使用，會在詢問是否可釋出。
6. 圍網業者代表 Dr. Miguel Herrera 簡報探究延繩鈎體長樣本誤報對於資源評估結果的潛在影響性，主要檢視各延繩鈎國各年代之各項體長頻度資料(logbook 或觀察員資料)，強調無小型魚的體長分布極有可能因丟棄行為所造成，尤其自 2002 年開始台灣與塞普爾明顯皆無小型魚體長分布，顯見小型魚漁獲量可能因丟棄而未反應在總漁獲量上，故認為進行 CPUE 標準化時應將丟棄因素加入考量才不會造成整體資源評估的偏誤。我方表示台灣小型魚體長比例自 2002 年開始急遽下降，可能與當時陸續有回籍船歸籍有關，因該等船皆是屬熱帶魷類專作船，故漁獲體型皆偏大，若再加上船長未隨機進行量測，則就可能造成大型魚比例突然急增的情形，且小型魚亦是有其市場價值，部份作業船會趁進國外港口補給時，順便卸往當地市場，而並非只會丟棄，而韓國、日本代表皆回應該國黃鰭魷漁獲量皆未達配額標準或者大

目鮪並無配額管制，故作業船丟棄行為是極少發生，而目前日本韓國雖皆有丟棄量資訊的收集，但丟棄量回報很少，對此 Dr.Miguel Herrera 認為，因作業船魚艙有限，只要漁獲非該船之目標魚種者皆可能造成船長丟棄行為，並非全是因為配額管制所造成。

7. 葉裕民副教授說明 2002-2018 年大目鮪與黃鰭鮪丟棄量比例情形，並指出黃鰭鮪丟棄量比例確實在 IOTC 採取配額管制後明顯增加，而大目鮪丟棄量比例則並無太大變化，而會中討論 logbook 涵蓋率雖然是百分之百，但依據目前台灣、日本和韓國的丟棄量回報比例都極低的情形下，其未必能真實代表實際丟棄量情形，而為了解我方作業船回報丟棄的船數比例及鈎數比例，會中亦請我方再行估算歷年回報丟棄的船數比例及鈎數比例。
8. 日本簡報黃鰭鮪跟大目鮪 CPUE 標準化之結果，主要依據外聘科學家 Dr.Simon Hoyle 更新的 R code，並加入 2018 年資料之運行結果，而會中主要討論每 HBF 對於日本 CPUE 標準化模式的影響性及相關性，以及模式中是否採用 vessels_id 對於 CPUE 標準化趨勢產生的變化。
9. 韓國簡報黃鰭鮪 CPUE 標準化之結果，主要依據外聘科學家 Dr.Simon Hoyle 更新的 R code，並加入 2018 年資料之運行結果，而會中討論近年韓國作業船因海盜問題並非都有持續在熱帶區域作業，導致 CPUE 標準化趨勢序列於部分年份有中斷情形，另外亦討論在每鈎數的變化上，近年亦呈現增加的趨勢。
10. 葉裕民老師簡報黃鰭鮪跟大目鮪 CPUE 標準化之結果，主要依據外聘科學家 Dr.Simon Hoyle 更新的 R code，並加入 2018 年資料之運行結果，由於台灣 CPUE 序列模型中所放入的 cluster 因子似乎無法明確定義目標魚種，可能後續對於年效應的 CPUE 趨勢產生影響，故會中亦討論是否放入 cluster 因子對於 CPUE 序列的影響程度，並請我方亦再行估算在模型中放入幾組不同因子組合的 CPUE 序列，主要在是否採用 cluster 因子或 HBF 因子，模式之因子組合如下：
 - (1) 長時間序列(1979~2018) without cluster factor included in std model.
 - (2) 長時間序列(1979~2001, 2015~2018) without cluster factor included in std model.
 - (3) 長時間序列(1979~2001, 2015~2018) with cluster factor included in std model.
 - (4) 短時間序列(1995~2018) with cluster factor included in std model.
 - (5) 短時間序列(1995~2018) with HBF factor included in std model.而後續亦將日本、韓國及台灣各運算之 CPUE 序列結果整合一起進行檢視，結果顯示三國各自之 CPUE 序列趨勢並不一致，且其差異性並無法解釋。
11. 本次由外聘科學家 Dr. Simon Hoyle 進行大目鮪和黃鰭鮪聯合 CPUE 標準化模式評估，主要的資料架構有 1952-2018 年日本資料、1971-2017 年韓國資

料、2005-2018 年台灣資料及 2000-2017 年塞昔爾資料，而因塞昔爾序列資料缺漏 HBF，故若模型中有使用 HBF 作為因子則就不會納入該國資料進行分析，另由於日本序列資料，早期缺漏 vessel ID，小組建議亦將該情形納入考量，故建議大目魷和黃鰭魷之 CPUE 標準化模型亦應分期進行架構，包括 1952-2018 年模型未納入 vessel ID 和 1952-1978 年模型未納入 vessel ID 但 1979-2018 年模型納入 vessel ID，並同時檢視 cluster 因子和 HBF 因子放入模型中的解釋力，以及台灣提供之兩種定義之丟棄率所進行的模型校正，但整體 CPUE 趨勢皆無明顯差異，故會中討論到 cluster 因子在區別熱帶與溫帶作業時之解釋力較高，但若只在熱帶區域則解釋力相對較低，因此建議未來可考量將大目魷與黃鰭魷漁獲合併進行 cluster 因子分析，以提供 cluster 因子在模型中的解釋力。

12. 由於外聘科學家 Dr. Simon Hoyle 與 IOTC 秘書處協定需對各國科學家進行 CPUE 標準化程式碼之教育訓練，故本次會中亦安排外聘科學家 Dr. Simon Hoyle 說明其進行聯合 CPUE 標準化所運算之 R 程式碼架構，而目前所運算之 R 程式碼及其套件皆是存放在雲端供各國科學家下載運算。

(三) 檢討與建議事項

1. 近年我國延繩釣業者一直對於 IOTC 大目魷與黃鰭魷資源評估結果與現況不符產生質疑，而本次參與會議之圍網業者代表亦透露出相同的質疑，並認為資源評估模型中之 CPUE 序列可能因忽略丟棄量而導致評估結果出現偏誤，尤其在進行漁獲量管制後，丟棄量的影響必定提高。而這也開始促使 IOTC 關注延繩釣船丟棄量的議題，本次聯合 CPUE 分析已開始將丟棄量納入模型中進行校正，故後續需持續關注是否將對先前資源評估結果進行修正，尤其是在黃鰭魷的資源評估上。
2. 2017-2018 年我國黃鰭魷丟棄量比例相較歷年明顯上升，但我國整體大目魷與黃鰭魷丟棄量比例仍是處於偏低狀態，雖然目前 IOTC 尚未要求我國提交丟棄量資料，但現階段已開始嘗試將丟棄量納入 CPUE 標準化分析中，因此未來對於丟棄量資料收集將顯得重要，建議後續應加強對業者宣傳丟棄量回報之重要性，以期提升我國丟棄量回報之比例。
3. 本次會議已開始關注我國小釣作業層級資料，認為該資料若能發展 CPUE 序列並一同納入資源評估模型中，將有助於整體資源評估的結果，故後續對於小釣作業層級資料應先行檢視可利用性，以便因應屆時 CPUE 工作小組提出該資料之需求。

附件 1

印度洋熱帶鮪類資源研究(106 年度)

行政院農業委員會 106 年度科技計畫期末研究報告

計畫名稱：印度洋熱帶鮪類資源研究

CPUE index and stock assessment of Taiwanese tropical tunas in the Indian Ocean

計畫主持人：南華大學葉裕民 副教授

計畫編號：106 農科-9.1.2-漁-F2(2)

全程計畫期間：106 年 1 月 1 日至 106 年 12 月 31 日

中文摘要

依本年度全程計畫目標檢視與分析我國印度洋熱帶鮪類作業層級資料與觀察員資料之漁獲與體長資料，以掌握漁業利用資源動態發展。並進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪 CPUE 標準化研究分析，以因應 2017 年國際漁業組織印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類資源指標更新評估。

根據觀察員資料進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪體長與體重關係式估算，印度洋大目鮪體長與體重關係式估算為 $W_i = 0.0000214L_i^{2.98211}$ ，印度洋黃鰭鮪體長與體重關係式估算為 $W_i = 0.00059L_i^{2.794842}$ 。

今年四度進行延續性進階國際合作，在台日韓與塞席爾四國作業日誌資料的保密性已充分考慮下，由 IOTC 外聘僱問整合四國作業層級的漁獲作業資料，估算出最具代表性的鮪延繩釣漁業印度洋大目鮪與黃鰭鮪的單位努力漁獲量標準化序列，提供與 2016 年印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類工作小組進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種資源評估。

本研究根據我國之漁獲資料採用國際合作發展出的研究分析架構以及 R 程式碼進行 CPUE 標準化序列，以利後續之分析比較。根據往年的先期研究對於我國漁業與漁業資料之概況與特性深度剖析，更新定義大目鮪與黃鰭鮪於資源評估用的統計漁區，並利用群集分析法區別出各漁業在各統計區的作業策略，並將此結果作為標的魚種的替代資訊，後續進行大目鮪與黃鰭鮪的 CPUE 標準化時，可以用群集組別效應納入模式以估算更適當的 CPUE 標準化序列。

經由四年的國際合作研究，依據分析結果，形成許多觀點與建議可供後續在資料處理與研究方向上參考。整體而言，透過深度的國際合作處理，長久以來關於印度洋熱帶鮪類 CPUE 標準化序列趨勢不確定性的緊張情勢已在今年的資源評估工作上已大幅緩解。漁業署已與 IOTC 及其他會員國達成共識，支持此一國際合作計畫，相信對於我國的形象與漁業資源評估的可信度皆有所提升。

英文摘要(Abstract)

The goals of the project include the analysis of Taiwanese tuna longline logbook data and observer data in the Indian Ocean and the standardization of CPUE series. In order to investigate the issue of the discrepancy between Taiwanese and Japanese CPUE series for Indian bigeye and yellowfin tuna, the project will focus on the analysis of the fishing selectivity for the Taiwanese tuna longline fisheries in the Indian Ocean.

At the current moment, the relationship between length and weight for Indian bigeye and yellowfin based on our Taiwanese observer data were estimated. The estimated model for Indian bigeye is $W_i = 0.0000214L_i^{2.98211}$ and $W_i = 0.0000459L_i^{2.794842}$ is for Indian yellowfin.

Updated Taiwanese longline fishery data to 1979-2016 were used in this analysis. We used cluster analysis to classify longline sets into groups based on the species composition of the catch, to understand whether cluster analysis could identify distinct fishing strategies. Bigeye and yellowfin tuna CPUE were then standardized. All analyses were based on the approaches used by the collaborative workshop of longline data and CPUE standardization for bigeye and yellowfin tuna held in June 2017 in Taipei and in July 2017 in Busan.

The continuous collaborative study was conducted between national scientists with expertise in Japanese, Taiwanese, Korean and Seychelles longline fleets, and an independent scientist this year. The workshop addressed Terms of Reference covering several important and longstanding issues related to the bigeye and yellowfin tuna CPUE indices in the Indian Ocean, based on data from the Japanese and Taiwanese fleets. Data from the Korean and Seychelles longline fleet were also considered, as a valuable source of independent information.

Base on the similar analysis framework developed in the joint workshop, this study categorized various fishing strategies for Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean by cluster analysis. And the study used the outcome of cluster analysis in the GLM to standardize the CPUE series to consider the target issue. The result of this study was applied the relevant information to facilitate IOTC to fulfil the management of Indian tropical tuna.

第一章 前言

印度洋熱帶鮪類大目鮪與黃鰭鮪是台灣鮪延繩釣漁業在印度洋主要利用的經濟魚種。台灣鮪延繩釣漁業亦是印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種的主要傳統利用漁業之一，因此印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種資源評估工作均仰賴我國提供標準化單位努力漁獲量做為資源量變動之參考指標。我國進行標準化單位努力漁獲量時間變動趨勢的估計是根據我國印度洋鮪延繩船隊漁業活動之漁獲作業日誌資料。然漁獲作業日誌回收率於 2000 年前年間變化較大，2000 年後每年漁獲作業日誌回收率則趨於穩定，且近年皆高於八成。比較歷年漁獲作業日誌所顯示我國在印度洋的鮪延繩船隊的漁業活動分布，雖然某些年漁獲作業日誌回收率較低，但仍相當程度反映了我國漁業在印度洋作業的特性。

另因 2002-2004 年我國大西洋與印度洋之間發生的洗魚事件，檢視這三年漁獲作業日誌，整體船隊普遍漁獲表現異常，且根據現有資料無法進行有效辨別個別船隻填報可信賴度，為確保我國 CPUE 標準化序列的適當性，因此去年相關研究進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種標準化單位努力漁獲量時間序列的估計採用之資料年限雖為 1979 年至 2015 年，但剔除 2002-2004 年的資料，分析結果提供與 2016 年印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類工作小組進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種資源評估。

因分析台灣印度洋鮪延繩釣漁業標的魚種黃鰭鮪與大目鮪的漁獲率時，若只考慮作業漁季、作業漁區以及漁獲組成等因子，而不考慮作業之標的魚種的移轉，並無法台灣印度洋鮪延繩釣船隊對於印度洋黃鰭鮪及大目鮪漁獲能力的變異進行適當的掌握。因此相關研究利用聚集分析方法，根據每次作業或航次（船月別）漁獲組成的相似性進行分類，鑑別每次作業或航次的標的魚種，進而將組別視作為一目標魚種(或作業策略)的有效漁撈能力。

關於遠洋鮪延繩釣漁業或船隊之漁撈能力 (fishing power) 一直是目前認為標準化 CPUE 序列趨勢若要用來作為資源量變動指標是必要可慮的議題。我國印度洋鮪延繩釣漁船大目鮪漁撈能力在核心區域從 1979 年的 0.9 些微增加至 2012 年的 1.1。特別的是在南印度洋海域在 1979 年至 2012 年年間從 0.7 明顯增至 1.4。我國印度洋鮪延繩釣漁船黃鰭鮪漁撈能力在核心區域從 1979 年的 0.7 些微增加至 1993 年的 1.0，之後幾乎皆維持在穩定的水準。而在南印度洋海域在 1979 年以及 1989 年有較高的漁撈能力 1.2，在 1992 年以及 1993 年有較低的漁撈能力 0.6 外，其他年度至 1996 年都約為 1.0，自 1996 年後則持續增加至 2012 年的 1.3 年。整體而言，我國印度洋鮪延繩釣漁船大目鮪與黃鰭鮪漁撈能力並不如預期得和日本一樣呈現明顯上升趨勢。因此目前我國漁撈能力變異的機制尚無法掌握。

印度洋黃鰭鮪及大目鮪的資源狀態一直是國際漁業組織 IOTC 關注的事項。印度洋熱帶鮪類的資源評估工作非常倚賴台灣與日本的 CPUE 標準化序列指標。然而若視台灣與日本的 CPUE 標準化序列皆為資源變動的指標，如何解釋彼此指標的變動關係及與資源量的相互關係一直是被探討的議題。

在印度洋，台灣和日本鮪延繩釣船隊的作業型態，長年來包括標的魚種的移轉，作業空間的分布各有其歷史變革。以近幾年來看，台灣一直以大目鮪為標的魚種，而日本則以黃鰭鮪為標的魚種。且台灣的作業分布遍及印度洋大部分海域，而日本作業分布較為侷限，百分之七十的黃鰭鮪漁獲量是來自於莫三比克海峽附近海域，所以若目前大目鮪與黃鰭鮪資源評估只用日本的資料，會有代表性的問

題。

然而 1980 年後，依據台灣漁獲日誌資料所獲得之印度洋黃鰭鮪與大目鮪的 CPUE 標準化序列趨勢與日本的序列趨勢並不一致。兩年前透過 IOTC、IOTC 外聘科學顧問以及台日韓三國國際合作研究，整合台日韓三國作業層級資料，估算整合性 CPUE 標準化序列以作為最佳資源變動的指標。根據現階段合作結果認為，差異性主要源自於原始資料(名目漁獲努力量，Nominal CPUE)的本質，而非資料處理或研究方法的變異。我國船隊作業日誌回收率年間變化頗大，從 1979 年約 63%，到 1992 年，回收率最低，只有 4%。整體而言，1984 年到 2002 年回收率在五成以下，因過低的回收率可能會降低作業日誌反映整個船隊作業概況的代表性。

且檢視台日韓三國在印度洋赤道海域年別每次作業大目鮪漁獲尾數的頻度分佈圖，在 1977~2001 年以及 2005~2008 年年間，三國的分佈頗為相似。但在 1983~1991 年低漁獲(如每次作業捕獲 20 尾大目鮪)各國的變動幅度較大且不甚一致外，其中 2002~2004 年台灣的分佈模式異常，且和他國相比，平均而言，每次作業大目鮪漁獲尾數高出許多。然而這三年台灣作業分佈似乎無明顯變化，推測此和 2002-2004 年我國大西洋與印度洋之間發生的洗魚事件有關，因此估算整合性 CPUE 標準化序列時，只取我國 2005 年(含)之後的作業日誌資料。

目前大目鮪與黃鰭鮪資源評估雖採用的延繩釣整合性 CPUE 標準化序列，然未來各國仍須分別提供各國之 CPUE 標準化序列以綜合分析比較，因此台灣與日本序列趨勢不一致的議題仍須繼續探究。

為理解台灣與日本序列趨勢不一致的可能原因，已嘗試由歷年兩國標的魚種的移轉與作業漁區的重疊性等面向探討。關於兩國延繩釣漁業的漁業選擇係數(Selectivity)是否有差異尚未深究。因此探討的重點會針對我國漁業利用聚集分析，根據每次航次漁獲組成的相似性進行分類所鑑別出之各種作業策略做更深入的分析。檢視分析各作業策略所捕獲之大目鮪與黃鰭鮪體長分布特性。但台灣熱帶鮪類漁獲體長資料 1997 年之後填報之魚體呈現系統係偏差，經對外漁業合作協會詳加檢視，發現部分船隻的填報行為異常，如填報之魚體體長和體重常成一線性關係，也是疑將體重加一固定數最為體長之填報值。因此本研究進行體長相關研究，擬採用累計多年的觀察員資料進行分析。

因此今年度計畫目標即為檢視與分析我國印度洋熱帶鮪類作業層級資料與觀察員資料之漁獲與體長資料，以掌握漁業利用資源動態發展。並進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪 CPUE 標準化研究分析，以因應 2017 年國際漁業組織印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類資源指標更新評估。

第二章 實施方法

印度洋鮪延繩釣漁業電子作業日誌(E-logbook)從 2013 年開始推行,2014 年與紙本作業日誌並行,因為許多船仍在海上作業無法回台安裝相關軟硬體設備,但於 2015 年已全面實施,回收率約八成,2016 年回收率已達百分之百。

對外漁協於會期間,初步檢視一艘船同時繳交紙本與電子作業日誌時,漁獲內容的一致性,雖然差異性仍存在於不同欄位內,但整體看來,大部分的資料吻合度頗高。所以對外漁協提供給 IOTC 所對應的作業日誌資料於 2015 年後即是以電子作業日誌為依據。今年七月印度洋熱帶鮪類的國際合作(也就是第四屆 CPUE 工作小組會議)是在韓國釜山舉辦,主要合作內容即針對熱帶鮪類(大目鮪與黃鰭鮪) CPUE 進行標準化與教育訓練。資料更新增補的部分是 2016 年的資料。

根據對外漁協提供的觀察員資料進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪體長與體重關係分析。歷年觀察員資料填報格式多有變革,故 2002 年至 2015 年(部分)的資料分別共有六個 Access 資料庫。Access 資料庫含各式資料表,如「延繩釣作業記錄表」、「延繩釣航次」、「漁船漁獲內容紀錄」、「觀測時段漁獲物上鉤紀錄」等。

體長與體重關係分析研究,基本上需要延繩釣作業紀錄表識別碼、魚種代碼、處理代碼、量測代碼、長度(公分)、重量(公斤)、性別、航程代碼、作業紀錄日期、下鉤開始日期、下鉤開始南北、下鉤開始緯度、下鉤開始東西、下鉤開始經度、漁船識別碼、洋區、組別、離港日期、進港日期、漁船總長度(公尺)、漁船總噸位(公噸)與漁船馬力(匹)。但是有些年度欄位紀錄不全,所以需要進一步處理。

資料處理分為以下步驟：

1. 因 2002 年至 2003 年無處理代碼記錄,故假定皆為常用處理熱帶鮪類的方式,留鰾、去鰓、去尾與去內臟的處理方式,即所謂的 RGG。
2. 須針對不同處理後的重量近行全魚重的轉換。因我國目前相關研究,只有 RGG 的轉換係數(1.16),故另亦常見於處理熱帶鮪類的留鰾、去頭與去內臟(RHG)的轉換係數,以 IOTC 的 HDD (Dressed carcasses with heads off and fins off and tail present) 1.43 替代(表 5)。
3. 資料除錯是視體長大於 500 公分,體重大於 200 公斤為異常值而剔除。體長與體重缺失值的紀錄亦無法納入分析。

2.1 台灣作業層級資料與漁業概況分析

以對外漁協 (OFDC) 提供之 1979 年至 2016 年臺灣印度洋鮪延繩釣漁船之一度方格漁獲日誌資料以及觀察員資料作為分析依據。針對我國遠洋鮪延繩釣漁獲統計資料庫之漁獲努力量與各魚種漁獲量時間與空間分佈等項目資料進行深度檢視,以掌握漁業歷年發展動態。

大釣的作業船隻登記有三種作業組別,分別是大目鮪組(target bigeye),長鰭鮪組與兼營組(target bigeye and albacore)。觀察員資料(2002~2016)則有五種作業組別,除上述三種外,另有黃鰭鮪組與南方黑鮪組。因只有少數船隻在部分年度 target yellowfin,非為一般作業型態,所以一般 logbook 沒有此類組別紀錄。另船隻必須特別申請執照才能去補獲南方黑鮪,亦非常態登記組別,所以一般 logbook

亦沒有此類組別紀錄。

2.2 印度洋大目魷與黃鰭魷體長與體重關係式估算

利用統計軟體 R 的套件 FSA 全魚重 FL 尾叉長

$$W_i = aL_i^b e^{\epsilon_i}$$
$$\log(W_i) = \log(a) + b \log(L_i) + \epsilon_i$$

2.3 聚集分析(Cluster Analysis)

因分析台灣印度洋魷延繩釣漁業標的魚種黃鰭魷與大目魷的漁獲率時，若只考慮作業漁季、作業漁區以及漁獲組成等因子，而不考慮作業之標的魚種的移轉，並無法對於印度洋黃鰭魷及大目魷漁獲率的變異進行適當的掌握。因此本研究利用聚集分析，根據每次作業或航次（船月別）漁獲組成的相似性進行分類，期能鑑別每次作業或航次的標的魚種，進而將組別視作為一目標魚種(或作業策略)的替代指標。考慮以航次別作為一分析單位是因縱使標的魚種不變，時空變異之下，其漁獲組成的比例仍存有異質性。因此預計以航次資料為一分析單位，進而設計分析架構，滿足組別內的變異程度小於組別間的變異，使聚集分析結果更具確適性。

因此考慮每次作業的魚種漁獲，包括黃鰭魷、大目魷、長鰭魷、黑魷、南方黑魷、劍旗魚、旗魚類(黑皮旗魚、白皮旗魚、紅肉旗魚)、鯊魚以及其他魚類的漁獲組成。

此研究採用的方法主要參考 Bigelow and Hoyle(2012)以及 Winker *et al.* (2014) 的研究方法。首先去除無任何漁獲的作業紀錄，計算每筆作業紀錄各魚種漁獲尾數佔總漁獲尾數的百分比。採用兩種資料處理方式進行聚集分析，第一種方式是將漁獲組成資料進行轉換以避免某些平均漁獲量較大的魚種會影響分析的有效性。轉換方式即是標準化常態分佈的過程。而另一種方式即是不作任何資料轉換。

根據以往採用三種聚集分析方法的經驗，此次選用為 Ward hclust。階層式聚集分析(hierarchical cluster analysis, Ward method)乃先利用統計分析軟體 R 的 dist 函數功能計算資料結構異質性的距離，然後再用 hclust 函數功能，給定參數 Ward.D 進行分析。

一般而言，聚集組別的選定頗為主觀。本研究根據漁業實況，判定至少會有兩種不同作業策略存在於船隊中，一是以大目魷為標的魚種，二是以長鰭魷為標的魚種。組別選定會參考不同的統計分析結果。用聚集分析鑑別出的群組則可視做不同的漁業策略或標的魚種，然後擷取主要集群放入模式分析，進行 CPUE 標準化。

2.4 泛線性模式 (Constant lognormal Generalized Linear Model, GLM) 與

Delta-Lognormal GLM

根據 1979 年至 2016 年臺灣魷延繩釣漁業資料作業層級資料，利用兩種泛線性模式估計台灣魷延繩釣漁業利用印度洋大目魷與黃鰭魷單位努力漁獲量標準化變動趨勢。Constant lognormal GLM 主要用在探索各因子對於 CPUE 序列趨勢的解釋力與影響力(Bentley *et al.*, 2012)。Delta-Lognormal GLM 適用在標準化 CPUE 序列，以下分述之。

分別針對大目魷與黃鰭魷區依同質性原則，將印度洋劃分成數個統計漁區，大目魷與黃鰭魷分區定義請見圖 x。分魚種分區分別進行單位努力漁獲量標準化研究，利用泛線性模式估計台灣魷延繩釣漁業利用印度洋大目魷與黃鰭魷單位努

力漁獲量標準化變動趨勢部分採用的基本模式是以時間(年季)(yrqtr)、五度方格空間(latlong)、漁船(vessid)以及作業策略(標的魚種)組別(hcltrp)為主要因子。

Constant Lognormal GLM :

CPUE+mn ~ yrqtr + latlong + vessid + hcltrp + ns(hooks,df=11) +ε

Delta-Lognormal GLM :

$$\Pr(Y=y)=\begin{cases} w, & y = 0 \\ (1-w)f(y) & \textit{otherwise} \end{cases}$$

$g(w) = (CPUE = 0) \sim yrqtr + vessid + latlong + hcltrp + ns(hooks,df=11)+\epsilon$, where g is the logistic function.

$f(y) = CPUE \sim yrqtr + vessid + latlong + hcltrp + ns(hooks,df=11) + \epsilon$.

並進一步分析模式殘差分佈，以了解模式套適效果，估計最適資源量變動指標。並配合提供印度洋鮪類委員會(IOTC)執行大目鮪與黃鰭鮪資源評估，提出相關研究報告。

第三章 結果與討論

3.1 印度洋大目魷與黃鰭魷研究文獻回顧

回顧印度洋大目魷與黃鰭魷體長與體重關係式估算分析，全印度洋洋區不分性別大目魷體長與體重關係式估算為 $W_i = 0.00002.396L_i^{2.951}$ ，全印度洋洋區不分性別印度洋黃鰭魷體長與體重關係式估算為 $W_i = 0.000015849L_i^{3.046}$ 。

3.2 印度洋大目魷與黃鰭魷資源狀況與各國漁業利用概況

近五年平均每年印度洋大目魷總漁獲量約 10 萬兩千公噸，而 2015 年約 9 萬三千公噸。近五年平均每年印度洋黃鰭魷總漁獲量約 39 萬公噸，而 2015 年約 41 萬公噸。2016 年印度洋大目魷的資源評估結果認為此資源尚未面臨過渡捕撈(overfishing)，且未達過漁狀態(overfished)。各種資源評估模式分析結果皆顯示大目魷目前資源量並未過漁(not overfished)，且亦未處於過漁狀態(not overfishing)，然而目前大目魷最大持續生產量(MSY)點估計為 10 萬四千噸，但是綜合各種資源模式評估結果可能範圍區間分布頗大，約介於 87,000~121,000 噸之間，且持續建議大目魷漁獲量不應超過 MSY 水準，若在努力量持續下降，且漁獲量持續低於 MSY 水準下，則就不需要立即性的管理措施，但仍需加強對於資料收集及分析，以降低評估的不確定性。

今年僅應用更新資料進行黃鰭魷資源評估，資源狀況仍處於紅字警戒，雖然機率已從前年的 94% 降至目前的 68%，然此資源仍面臨過渡捕撈(overfishing)，且達過漁狀態(overfished)。最大持續生產量估計值約 42 萬公噸，近五年平均每年印度洋黃鰭魷總漁獲量約 39 萬公噸，而 2015 年約 40 萬公噸。2017 年已有管理措施即將施行，我國印度洋魷延繩釣漁業的漁獲量必須管控在 2014 年漁獲水準的 90%。

比較歷年漁獲作業日誌所顯示我國在印度洋的魷延繩船隊的漁業活動分布，雖然某些年漁獲作業日誌回收率較低，但仍相當程度反映了我國漁業在印度洋作業的特性。檢視這三年漁獲作業日誌檢視我國 2014 年與 2015 年在印度洋漁區年別漁獲組成漁獲量、漁獲努力量(鈎數)大目魷與黃鰭魷名目單位努力漁獲量空間分布概況，與前兩年概況並無顯著差異。

台灣熱帶魷類漁獲體長資料 1997 年之後填報之魚體呈現系統係偏差，經對外漁業合作協會詳加檢視，發現部分船隻的填報行為異常，如填報之魚體體長和體重常成一線性關係，也是疑將體重加一固定數最為體長之填報值(圖)。因此建議日後若需進行體長相關研究，宜採用觀察員資料進行分析。

3.3 印度洋大目魷與黃鰭魷體長與體重關係式估算

圖 15 顯示 2002 年至 2015 年觀察員觀測大目魷與黃鰭魷之體長與體重資料頻度分布圖。大目魷體長分布為 50 公分至 200 公分，體重分布為 1 公斤至 140 公斤。黃鰭魷體長分布為 10 公分至 180 公分，體重分布為 1 公斤至 100 公斤。印度洋大目魷體長與體重關係式估算為

$$W_i = 0.0000214L_i^{2.98211}$$

印度洋黃鰭魷體長與體重關係式估算為

$$W_i = 0.0000459L_i^{2.794842}$$

2002 年至 2015 年觀察員觀測大目魷與黃鰭魷對數尺度與原始尺度的體長體重關係式(圖 16)。2002 年至 2015 年觀察員觀測大目魷與黃鰭魷體長體重關係式模式估計套適殘差分佈圖與 QQPLOT(圖 17)。

3.4 各作業策略對應之體長分布

體長資料的資訊提供對於 cpue 的代表性更多的理解。今年已應用 Simon 的 R scripts 初步完成兩種魚種 cpue 標準化。並初步檢視各作業組別以及各區域各群集 (clusters)之觀察員紀錄體長資料分布特性。進一步檢視觀察員體長資料時空分布特徵。

3.5 聚集分析結果

表 11 與表 12 顯示分別依據大目魷與黃鰭魷漁區定義，各區域聚集分析方法的結果。以大目魷區域 1N 為例，方法 hcltrip 結果清楚顯示聚集一，主要目標魚種為大目魷與黃鰭魷，次要魚種為劍旗魚；聚集二，主要目標魚種包括大目魷、次之為黃鰭魷；聚集三，主要目標魚種大目魷與劍旗魚，次之為黃鰭魷；聚集四，主要目標魚種包括黃鰭魷，次之為大目魷；聚集五，主要目標魚種包括大目魷，次之為其他魚種，黃鰭魷以及劍旗魚也佔一定的比例。圖 24 至圖 43 呈現各區域內各聚集作業特性、作業空間分佈以及漁獲組成特性，各聚集的作業空間分佈相對於其他特徵呈現比較明顯的區隔。

以大目魷漁區區域 1N 聚集分析為例(圖 22)，各類統計分析結果顯示將作業資料分成五個聚集群組為最佳。而圖 30 顯示以大目魷漁區區域 3 為例，各聚集群組內的作業特徵。如第四類聚集群組應對應的是自 2005 年後以油魚為標的魚種的作業紀錄，而第一類聚集群組則對應的是以長鰭魷為標的魚種的作業紀錄，而第二類聚集群組則對應的是以大目魷、黃鰭魷與劍旗魚為標的魚種的作業紀錄。我國作業日誌已經從 2009 後有獨立紀錄油魚漁獲，本研究根據此資訊可確認聚集分析在缺乏獨立油魚漁獲紀錄的往年，仍可以根據漁獲組成以聚集分析成功隔離出油魚漁業，並將此類作業努力量剔除於熱帶魷類 CPUE 標準化的分析研究。

3.6 CPUE 結果

根據 Constant Lognormal GLM 的分析結果，表 13 至表 21 與圖 44 至圖 52 呈現各區域大目魷與黃鰭魷 CPUE 標準化模式，各因子對於 CPUE 序列趨勢的解釋力與影響力之統計分析表。簡單來說，由影響力分析可以了解名目 CPUE 序列與標準化 CPUE 序列的差異主要是來自於哪一個主要因子的影響。雖然某個因子可以解釋很大的 CPUE 值的變異，但是加入此因子並不一定會有明顯的校正效果。原因是可能每年這個因子的實際變數值分布會很類似，舉例來說，季節或許可以解釋很大程度 CPUE 的變異，然每年作業努力量在各季節的作業分布可能很類似，因此模式校正後，名目 CPUE 序列與標準化 CPUE 序列的差異並不顯著。舉大目魷區域 1N 的影響力分析結果為例，各漁船的模式估計係數變化頗大，也就是有些船的單位努力漁獲量明顯高出許多，而許多高效能船隻在某些年佔較高的比例，如 1979 年，則就導致那一年的名目 CPUE 的值就會較高，而經過納入漁船效應的模式標準化後，1979 年標準化 CPUE 的值就會明顯下降。

仍以大目魷區域 1N 的影響力分析結果為例，每年作業努力量的空間分布可算是相當穩定，但在 2009 年開始在索馬利亞海域有活躍的海盜活動，所以之後三年，分布在索馬利亞海域的作業明顯下降，而 2012 年許多漁船返回這高大目

鮪漁獲率的區域作業，所以在 2012 年則有五度方格空間因子的年影響力就非常高。圖 45 與圖 48 顯示台灣漁船在大目鮪區域 1S 與區域 4 的捕獲大目鮪的漁獲能力有助年上升的趨勢，但在其他區域則無明顯變化趨勢。圖 51 顯示台灣漁船在黃鰭鮪區域 4 的捕獲黃鰭鮪的漁獲能力有助年上升的趨勢，但在其他區域則無明顯變化趨勢。

圖 53 至圖 54 顯示各區域大目鮪與黃鰭鮪標準化 CPUE 序列趨勢國際合作分析結果與本研究之比較圖，整體長期變化趨勢頗為一致。根據各魚種各區域本研究以及四國整合 CPUE 序列趨勢比較，整體看來，沒有值得需特別注意的現象。

大目鮪區域 1N 以及區域 1S 這個西熱帶區域的資源量指標趨勢顯示，1979 年至今，並沒有明顯變化趨勢，然自 2012 年之後，最近五年呈現逐年下降的短期趨勢。而在溫帶區域，1979 年至今，CPUE 序列也並沒有明顯變化趨勢，然最近兩年呈現相對較低的值。

黃鰭鮪在西熱帶區域的資源量指標趨勢顯示，1979 年 CPUE 逐年增加至 1987 年後，上下震盪至 2006 年，2006 年之後則一直下滑至 2010 年，2012 年上升至相對高點，但之後至今下降至長期來看相對低點，黃鰭鮪在東熱帶區域的資源量指標趨勢顯示，1989 年 CPUE 逐年緩慢下降至 2006 年，但呈現劇烈下降至 2016 上的長期來看相對低點，呼應目前黃鰭鮪資源評估為過漁的紅色警戒狀態。黃鰭鮪在西部溫帶區域的資源量指標趨勢顯示，1979 年 CPUE 逐年下降至 2011 年後，至今上下震盪。黃鰭鮪在東部溫帶區域的資源量指標趨勢顯示，1995 年 CPUE。

圖 57 至圖 65 顯示標準化模式套適殘差分析統計圖，有幾個模式殘差分布等相關檢視與常態分佈的假設頗有差距，有待繼續研判解讀。

第四章 檢討與建議

關於我國遠洋鮪延繩釣漁船漁撈能力分析，雖然根據之前的研究整體來看 (fishing power)，這三十年台灣延繩釣漁業其漁撈能力未如預期成線逐步增加的趨勢。然而從本次分魚種分區域運用 CPUE 標準化模式各因子的解釋力以及影響性分析，確實了解到部分區域部分魚種確實高低效能的漁船比例年度間的差異會影響 CPUE 標準化的結果，因此建議 CPUE 標準化模式的主要因子應該要納入個別漁船效應，才能有更適切地的校正評估結果。

檢視殘差分析(模式檢測分析)顯示部分套適結果仍不盡理想，建議可以試試不同的資料轉換的方程式，現階段採用的是取對數，或許可以依殘差分布的特徵決定要用哪一種資料軟換，如開根號等。再檢視不同的資料轉換方式下，殘差分析的分布是否有改善。另一個方向是參考 IATTC 將體長資訊用於 CPUE 標準化分析，以及考慮時間與空間交互作用，考慮統計漁區分區，目標是要與資源評估的分區定義一致，然分區需考慮許多狀況不同角度考慮，如漁業選擇、標識放流顯示的資料。努力量不均匀分布的權重議題等。

關於 2002 年至 2004 年漁獲資料的 misreporting，未來或許可以嘗試從 VMS 資料著手，以可信度較高的 VMS 資料作努力量及其分部的掌握，再進行交叉比對，對於 misreporting 的概況作更進一步的了解，尋求解決之道。

另目前黃鰭鮪資源評估更新結果顯示印度洋黃鰭鮪資源仍呈現過漁狀態 (overfished) 與仍面臨過度捕撈的壓力 (overfishing)。2018 年已有管理措施即將適用施行，我國印度洋鮪延繩釣漁業的漁獲量必須管控在 2014 年漁獲水準的 90%。而國內如何因應進行漁船配額管理勢在必行，以確保我國責任制漁業之形象與資源之永續。

第五章 成果效益說明及重大突破

5.1 學術成就、技術創新、經濟效益、社會影響

連續三年我國與日本、韓國科學家以及 IOTC 外聘獨立科學家共同探究台灣與日本之印度洋熱帶鮪類標準化 CPUE 變動趨勢的異同性及其可能之原由，有助於印度洋熱帶鮪類資源利用狀態有更清楚的認識。今年塞席爾亦加入共同合作計畫，中國大陸亦以觀察員的角色參與。透過公開透明的國際合作，逐步提升對於漁獲統計資料的深度理解與運用，以期資源評估結果更具確定性。

未來國際合作的研究成果不僅會運用在資源評估，日後亦會用在管理策略評估(MSE)，對於後續的漁業管理影響甚鉅。

參考文獻

- Bentley, N., T. H. Kendrick, P. J. Starr and P. A. Breen (2012) Influence plots and metrics: tools for better understanding fisheries catch-per-unit-effort standardizations. *ICES J. Mar. Sci.*, 69: 84-88.
- Bigelow, K. A. and S. D. Hoyle (2012). Standardized CPUE for South Pacific albacore.
- Hartigan, J. A. and M. A. Wong (1979). "Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm." *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)* 28(1): 100-108.
- Kaufman, L. and P. J. Rousseeuw (2009). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis*, John Wiley & Sons.
- Maechler, M., P. Rousseeuw, A. Struyf, M. Hubert, K. Hornik, M. Studer and P. Roudier (2014). Package 'cluster'.
- R Core Team (2014). *R: A Language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing.
- Yeh, Y.-M (2014). Analysis of Taiwanese longline fisheries based on operational catch and effort data for bigeye and yellowfin tuna in the Indian Ocean, IOTC WPTT16, Bali, Indonesia.
- Winker, H., S. E. Kerwath and C. G. Attwood (2014). "Proof of concept for a novel procedure to standardize multispecies catch and effort data." *Fisheries Research* 155: 149-159.

備註：限於篇幅，省略附件之圖表。

附件 2

印度洋熱帶鮪類資源研究(107 年度)

行政院農業委員會 107 年度科技計畫期末研究報告

計畫名稱：印度洋熱帶鮪類資源研究

CPUE index and stock assessment of Taiwanese tropical tunas in the Indian Ocean

計畫主持人：南華大學葉裕民 副教授

計畫編號：107 農科-9.1.2-漁-F2(2)

全程計畫期間：107 年 1 月 1 日至 107 年 12 月 31 日

中文摘要

今年四度進行延續性進階國際合作，在台日韓與塞席爾四國作業日誌資料的保密性已充分考慮下，由 IOTC 外聘僱問整合四國作業層級的漁獲作業資料，估算出最具代表性的鮪延繩釣漁業印度洋大目鮪與黃鰭鮪的單位努力漁獲量標準化序列，提供與 2018 年印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類工作小組進行印度洋黃鰭鮪魚種資源評估。

本研究根據我國之漁獲資料採用國際合作發展出的研究分析架構以及 R 程式碼進行 CPUE 標準化序列，以利後續之分析比較。根據往年的先期研究對於我國漁業與漁業資料之概況與特性深度剖析，更新定義大目鮪與黃鰭鮪於資源評估用的統計漁區，並利用群集分析法區別出各漁業在各統計區的作業策略，並將此結果作為標的魚種的替代資訊，後續進行大目鮪與黃鰭鮪的 CPUE 標準化時，用群集組別效應納入模式以估算更適當的 CPUE 標準化序列。

本研究亦將觀察員資料與小釣漁業漁獲資料一併進行檢視分析，分析結果顯示我國延繩釣小釣漁業自 2010 後主要作業漁區已與大釣作業漁區高度重疊，但不同的是在東印度洋，如孟加拉灣仍有小釣在此海域捉黃鰭鮪。以小釣作業月別分布趨勢來看，除了 12 月份在偏重東印度洋作業外，其餘月份作業分布較無明顯模式，頗為分散。另分析 2017 年觀察員航次資料，以探討目前統計航次定義(船月)的妥適性，結果顯示原則上以船月為統計航次頗為合理，但是還是有些案例顯示魚種組成周與周之間亦會呈現明顯差異，日後可以嘗試比較以船周為統計航次定義的分析結果是否有顯著差異。

2018 年國際漁業組織 IOTC 更新黃鰭鮪漁獲資料與執行完整資源評估，認為此資源仍面臨過度捕撈(overfishing)，且達過漁狀態(overfished)。最大持續生產量估計值約 35 萬公噸，而近五年平均每年印度洋黃鰭鮪總漁獲量約 42 萬公噸，而 2017 年約 44 萬公噸。目前黃鰭鮪的國際管理規範似乎並無法有效落實控制漁獲量，後續管理需要再檢討因應。2018 年印度洋大目鮪未做全面性完整評估，根據 2016 年資源評估結果認為此資源尚未面臨過度捕撈(overfishing)，且未達過漁狀態(overfished)。各種資源評估模式分析結果皆顯示大目鮪目前資源量並未過漁，且亦未處於過漁狀態，然而目前大目鮪最大持續生產量(MSY)點估計為 10 萬四千噸，但是綜合各種資源模式評估結果可能範圍區間分布頗大，約介於 87,000~121,000 噸之間。近五年平均年漁獲量約為十萬公噸，2017 年大目鮪總漁獲量約為九萬公噸，皆未超過 MSY 水準。

Abstract

Bigeye and Yellowfin tuna CPUE standardization were analyzed. Updated Taiwanese longline fishery data to 2017 was used in this analysis. Cluster analysis was used to classify longline sets in relation to species composition of the catches to obtain target species proxy which can be used in CPUE standardization. All analyses were based on the approaches used by the collaborative workshop of longline data and CPUE standardization for bigeye and yellowfin tuna held in June 2018 in Keelung. Comparing to Joint CPUE indices for yellowfin tuna, Taiwanese CPUE indices showed a decreasing trend with smaller scale in tropical region. In 2017, yellowfin catch decreased to around 4,600 tons by Taiwanese longline fishery. Taiwan Tuna Association commented that the reduction of yellowfin catch in 2017 was due to quota management.

A new stock assessment was carried out for yellowfin tuna in 2018. On the weight-of-evidence available in 2017, the yellowfin tuna stock is determined to be overfished and subject to overfishing. The stock status determination changed in 2015 as a direct result of the large and unsustainable catches of yellowfin tuna taken over the previous three (3) years since 2012, and the relatively low recruitment levels estimated by the stock assessment model in recent years. Resolution 18/01 did not work out to reduce the catches.

No new stock assessment was carried out for bigeye tuna in 2018, thus, the stock status is determined on the basis of the 2016 assessment and other indicators presented in 2018. On the weight-of-evidence available in 2018, the bigeye tuna stock is determined to be not overfished and is not subject to overfishing.

第一章 前言

自 1985 年後，印度洋大目魷與黃鰭魷一直都是台灣遠洋魷延繩釣船隊在印度洋主要利用之漁業資源。而印度洋大目魷與黃鰭魷資源狀態一直也是國際漁業組織 IOTC 關注的事項。以漁業利用強度與漁獲統計資料品質的角度而言，印度洋熱帶魷類的資源評估工作非常倚賴臺灣與日本的 CPUE 標準化序列指標。然而若視臺灣與日本的 CPUE 標準化序列皆為資源變動的指標，如何解釋彼此指標的變動關係及與資源量的相互關係一直是被探討的議題。在印度洋，台灣和日本魷延繩釣船隊的作業型態，長年來包括標的魚種的移轉，作業空間的分布各有其歷史變革。以近幾年來看，台灣一直以大目魷為標的魚種，而日本則以黃鰭魷為標的魚種。且台灣的作業分布遍及印度洋大部分海域，而日本作業分布較為侷限，百分之七十的黃鰭魷漁獲量是來自於莫三比克海峽附近海域，所以若大目魷與黃鰭魷資源評估只用日本的資料，會有代表性的問題。然而 1980 年後，依據台灣漁獲日誌資料所獲得之印度洋黃鰭魷與大目魷的 CPUE 標準化序列趨勢與日本的序列趨勢並不一致。因此三年前透過 IOTC、IOTC 外聘科學顧問以及台日以及韓塞席爾四國國際合作研究，整合四國作業層級資料，估算整合性 CPUE 標準化序列以作為最佳資源變動的指標。根據現階段合作結果認為，差異性主要源自於原始資料(名目漁獲努力量, Nominal CPUE)的本質，而非資料處理或研究方法的變異。我國船隊作業日誌回收率年間變化頗大，從 1979 年約 63%，到 1992 年，回收率最低，只有 4%。

整體而言，1984 年到 2002 年回收率在五成以下，因過低的回收率可能會降低作業日誌反映整個船隊作業概況的代表性。且檢視台日韓三國在印度洋赤道海域年別每次作業大目魷漁獲尾數的頻度分佈圖，在 1977~2001 年以及 2005~2008 年年間，三國的分佈頗為相似。但在 1983~1991 年低漁獲(如每次作業捕獲 20 尾大目魷)各國的變動幅度較大且不甚一致外，其中 2002~2004 年台灣的分佈模式異常，且和他國相比，平均而言，每次作業大目魷漁獲尾數高出許多。然而這三年台灣作業分佈似乎無明顯變化，推測此和 2002-2004 年我國大西洋與印度洋之間發生的洗魚事件有關，因此估算整合性 CPUE 標準化序列時，只取我國 2005 年(含)之後的作業日誌資料。目前大目魷與黃鰭魷資源評估雖採用的延繩釣漁業整合性 CPUE 標準化序列，然未來各國仍須分別提供各國之 CPUE 標準化序列以綜合分析比較，因此台灣與日本序列趨勢不一致的議題仍須繼續探究。為理解台灣與日本序列趨勢不一致的可能原因，已嘗試由歷年兩國標的魚種的移轉與作業漁區的重疊性等面向探討。關於兩國延繩釣漁業的漁業選擇係數(Selectivity)是否有差異尚未同步探討深究。因此探討的重點會針對我國漁業利用聚集分析，根據每次航次漁獲組成的相似性進行分類所鑑別出之各種作業策略做更深入的分析。除了依各作業策略檢視分析所捕獲之大目魷與黃鰭魷體長分布特性外，亦將再依時空特徵進行分析。因目前以魚種組成作為依據所進行的聚集分析所得的判斷上，要將以大目魷或以黃鰭魷為標的魚種的作業紀錄區分仍有其難度，所以若將大目魷與黃鰭魷漁獲體長的資訊納入聚集分析的依據，尋求較有效的作業策略的鑑別性。另為估求更妥適的標準化 CPUE 序列，尚有許多仍待處理的議題。

本研究擬針對下列幾項問題進行探討：1. 航次的定義，先前的研究在資料分析上是以同一艘船同一個月份的作業視為同一航次，然原始漁獲日誌作業紀錄

記有航次資訊，雖部分作業航次資料登錄不完整，但應仍可作為檢視目前資料分析所用的航次定義是否合宜，或是否有其它更適切的航次定義；2. 先前研究之 GLM 模式套適殘差分析顯示殘差分佈與殘差常態分佈的假設未完全符合，建議再進行 GLM 分析前，可從其他的資料轉換(Data transformation)方式進行探討，嘗試運用開根號或其他函數轉換取代原有的對數轉換，再檢視 GLM 模式套適後的殘差分析是否呈現系統性偏差。

針對依據台灣商業性漁獲統計資料估得之印度洋黃鰭鮪與大目鮪的單位努力漁獲量(Catch per unit effort, CPUE)標準化序列趨勢與日本的序列趨勢不一致的議題，已於 2015 年開始進行了三年的國際合作研究。這三年進行了台、日、韓與塞席爾各國漁業與漁業資料之概況與特性深度剖析，並考慮空間、標的魚種與船隊漁獲能力等因子，分別估算各國印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種標準化 CPUE 序列趨勢，以及整合各國資料後再估算標準化 CPUE 序列。主要研究成果包括 1. 篩選有效之作業層級資料的條件設立會顯著影響後續 CPUE 標準化估算結果，建議篩選條件的設定必須審慎探究資料來源以及代表意義；2. CPUE 標準化模式因子的選用，五度方格漁區、標的魚種的選用指標與船隊之漁撈能力等因子顯著影響 CPUE 變動趨勢的估算，建議後續應納入此些因子進行 CPUE 標準化的分析；3. 因我國印度洋鮪延繩船隊漁業活動之漁獲作業日誌資料回收率於 2000 年前年間變化較大且部份年度回收率偏低，且 2002-2004 年我國大西洋與印度洋之間發生的洗魚事件，檢視這三年漁獲作業日誌，整體船隊普遍漁獲表現異常，且根據現有資料無法進行有效辨別個別船隻填報可信賴度，為確保整合 CPUE 標準化序列的適當性，因此只採用我國 2005 年後之漁獲作業日誌資料納入整合分析；4. 關於遠洋鮪延繩釣漁業或船隊之漁撈能力 (fishing power) 一直是目前認為標準化 CPUE 序列趨勢若要用來作為資源量變動指標是必要可慮的議題。我國印度洋鮪延繩釣漁船大目鮪漁撈能力在核心區域從 1979 年的 0.9 些微增加至 2012 年的 1.1。特別的是在南印度洋海域在 1979 年至 2012 年年間從 0.7 明顯增至 1.4。我國印度洋鮪延繩釣漁船黃鰭鮪漁撈能力在核心區域從 1979 年的 0.7 些微增加至 1993 年的 1.0，之後幾乎皆維持在穩定的水準。而在南印度洋海域在 1979 年以及 1989 年有較高的漁撈能力 1.2，在 1992 年以及 1993 年有較低的漁撈能力 0.6 外，其他年度至 1996 年都約為 1.0，自 1996 年後則持續增加至 2012 年的 1.3 年。整體而言，我國印度洋鮪延繩釣漁船大目鮪與黃鰭鮪漁撈能力並不如預期得和日本一樣呈現明顯上升趨勢，因此目前我國漁撈能力變異的機制尚無法掌握；5. 群集分析法區別出我國印度洋鮪延繩釣漁業在各統計區的作業策略，也就是各組別有其特有的漁獲組成、作業位置、作業季節、每筐鈎數等的分布特性。如在西南印度洋統計漁區檢視出我國有明顯的油甘漁業於此，故後續進行大目鮪與黃鰭鮪的 CPUE 標準化時可以用群集組別效應或剔除油甘漁業資料估算更適當的 CPUE 標準化序列。計畫目標是檢視與分析我國印度洋熱帶鮪類作業層級資料與觀察員資料之漁獲與體長資料，以掌握漁業利用資源動態發展。同時協助檢視資料品質將有疑義之資料回報漁業署及資料庫管理單位，並提出觀察員資料之改善建議。於 4 月底前針對前一年度印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類工作小組會議評估印度洋大目鮪與黃鰭鮪資源狀況之結果提出中文摘要。配合印度洋鮪類委員會(IOTC)執行印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種資源評估，進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪 CPUE 標準化研究分析，並提出相關研究報告，以因應 2018 年國際漁業組織印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類資源指標更新評估。

第二章 實施方法

2.1 台灣作業層級資料與漁業概況分析

本研究提請漁業署提供一度空間解析度航次原始作業日誌、觀察員資料、歷史 VMS 資料、漁獲統計書、核銷資料以及進出港資料。針對我國遠洋鮪延繩釣漁獲統計資料庫之漁獲努力量與各魚種漁獲量時間與空間分佈等項目資料進行深度檢視，以掌握漁業歷年發展動態。

2.2 聚集分析(Cluster Analysis)

因分析台灣印度洋鮪延繩釣漁業標的魚種黃鰭鮪與大目鮪的漁獲率時，若只考慮作業漁季、作業漁區以及漁獲組成等因子，而不考慮作業之標的魚種的移轉，並無法對於印度洋黃鰭鮪及大目鮪漁獲率的變異進行適當的掌握。因此本研究利用聚集分析，根據每次作業或航次（船月別）漁獲組成的相似性進行分類，期能鑑別每次作業或航次的標的魚種，進而將組別視作為一目標魚種(或作業策略)的替代指標。考慮以航次別作為一分析單位是因縱使標的魚種不變，時空變異之下，其漁獲組成的比例仍存有異質性。因此預計以航次資料為一分析單位，進而設計分析架構，滿足組別內的變異程度小於組別間的變異，使聚集分析結果更具確適性。

因此考慮每次作業的魚種漁獲，包括黃鰭鮪、大目鮪、長鰭鮪、黑鮪、南方黑鮪、劍旗魚、旗魚類(黑皮旗魚、白皮旗魚、紅肉旗魚)、鯊魚以及其他魚類的漁獲組成。

此研究採用的方法主要參考 Bigelow and Hoyle(2012)以及 Winker *et al.* (2014)的研究方法。首先去除無任何漁獲的作業紀錄，計算每筆作業紀錄各魚種漁獲尾數佔總漁獲尾數的百分比。採用兩種資料處理方式進行聚集分析，第一種方式是將漁獲組成資料進行轉換以避免某些平均漁獲量較大的魚種會影響分析的有效性。轉換方式即是標準化常態分佈的過程。而另一種方式即是不作任何資料轉換。

根據去年採用三種聚集分析方法的經驗，此次選用為 Ward hclust。階層式聚集分析(hierarchical cluster analysis, Ward method)乃先利用統計分析軟體 R 的 dist 函數功能計算資料結構異質性的距離，然後再用 hclust 函數功能，給定參數 Ward.D 進行分析。

一般而言，聚集組別的選定頗為主觀。本研究根據漁業實況，判定至少會有兩種不同作業策略存在於船隊中，一是以大目鮪為標的魚種，二是以長鰭鮪為標的魚種。組別選定會參考不同的統計分析結果。

2.3 漁獲能力分析與泛線性模式 (Generalized Linear Model, GLM)

分別針對大目鮪與黃鰭鮪區依同質性原則，將印度洋劃分成數個統計漁區，分魚種分區分別進行單位努力漁獲量標準化研究，利用泛線性模式估計台灣鮪延繩釣漁業利用印度洋大目鮪與黃鰭鮪單位努力漁獲量標準化變動趨勢部分採用的基本模式是以時間(年季)、五度方格空間、漁船以及作業策略(標的魚種)組別為主要因子。並進一步分析模式殘差分佈，再針對各可能的時空交互因子、多種殘差機率分佈假設或嘗試與泛線性模式的各類變異擴充模式進行模式修正嘗試，

以達最佳模式套適效果，估計最適資源量變動指標。並配合提供印度洋鮪類委員會(IOTC)執行大目鮪與黃鰭鮪資源評估，提出相關研究報告。

第三章 結果與討論

3.1 印度洋大目魷與黃鰭魷相關文獻回顧

2018 年黃鰭魷的總配額管理措施似乎不成功，相關國際管理組織報告探討其他可能的管理方案，如控制投入的努力量，尤其是針對圍網。但是相對的監控機制若要即時費力費錢，有著各種落實困難。目前三大洋大西洋的大目魷用總配額管理亦不成功。

圍網漁業捕獲相當比例的熱帶魷類幼魚，所以許多研究針對圍網的集魚器進行研究，包括從嘗試給予圍網漁業用可生物分解的集魚器此名詞一個明確的定義，鑒於各漁業組織鼓勵圍網漁業用可生物分解的集魚器，所以這相關研究對於可生物分解的集魚器應該用的材質進行探討。另對於 FAD 規範漁業管理措施的探討，今年西班牙漁業研究所 AZTI 提出關於集魚器相關資料蒐集與提報最佳標準系統與流程的建議報告，目標是希望整合各大洋的資料。

韓國關於集魚器的相關研究，兩種集魚器作實驗，量測集魚器移動的速度與狀況(水流擾動強度的互動)，相對於魚(這裡實驗的魚種是鯖魚)的速度與狀況，但是如何將此實驗的結果最後運用在魷魚(不僅魚體形狀和移動能力等存在差異)上，或許還有研究的必要，整體研究的目的是希望能減少與混獲物種(鯊、龜等)纏繞。

3.2 印度洋大目魷與黃鰭魷資源狀況與各國漁業利用概況

關於大目魷物種漁業概況，近四年(2013~2016)，主要的利用漁業為超低溫 and 生鮮延繩釣漁業與圍網。超低溫 and 生鮮延繩釣漁業漁獲量佔總漁獲量的一半，圍網漁獲量佔三成。另近幾年斯里蘭卡和伊朗的刺網漁業持續發展，漁獲量呈增加的趨勢。主要船隊依次為印尼(延繩釣與圍網)、台灣(延繩釣)、塞席爾(延繩釣與圍網)和歐盟西班牙(圍網)。印度洋大目魷年總漁獲量從 1970 年代的兩萬公噸開始，因 1980 年歐盟圍網加入，於 1990 年增加至約 15 萬公噸，後因海盜活動等原因漁獲量下降至最近幾年約為 10 萬公噸。

關於黃鰭魷物種漁業概況，1980 年後，家計型漁業逐漸發展，近四年(2013~2016)，商業型漁業和家計型漁業漁獲量各佔一半，各約為 20 萬公噸。主要船隊依次為歐盟西班牙(圍網)、馬爾地夫(手釣與一桿釣)、伊朗(刺網)與印尼(延繩釣與手釣)。印度洋黃鰭魷年總漁獲量於 1950 至 1980 年早期維持在約七萬公噸的水準，到 1993 年，因為圍網與延繩釣漁業的加入，漁獲量增加至約 40 萬公噸，2003 年和 2006 年年漁獲量高達 50 多萬公噸。2007 至 2009 年因海盜活動，許多船隊作業漁場東移或南移，漁獲量下降至 2004 年漁獲水準的六成，但 2012 年後又恢復至約 40 萬公噸。近五年平均每年印度洋黃鰭魷總漁獲量約 42 萬公噸，而 201 年約 44 萬公噸。

依據印度洋魷類管理委員會 2017 年第 19 屆熱帶魷類工作小組之會議報告(cite)以及印度洋魷類管理委員會 2017 年第 20 屆科學委員會之會議報告，目前國際漁業組織管理情形，大目魷的資源狀態評估進展是 2017 年未做全面性完整評估。根據 2016 年印度洋大目魷的資源評估結果認為此資源尚未面臨過渡捕撈(overfishing)，且未達過漁狀態(overfished)。各種資源評估模式分析結果皆顯示大目魷目前資源量並未過漁，且亦未處於過漁狀態，然而目前大目魷最大持續生產量(MSY)點估計為 10 萬四千噸，但是綜合各種資源模式評估結果可能範圍區間

分布頗大，約介於 87,000~121,000 噸之間。2015 年親魚量估計約為初始親魚量的 38%，且為可供給最大持續生產量的親魚量之 129%。相對於 2013 年的資源評估結果，生物量略微下降(from 144 to 129% SB/SBMSY)以及漁業壓力略為增加(from 42 to 76% F/FMSY)。近五年平均年漁獲量約為十萬公噸，2016 年大目鮪總漁獲量約為九萬公噸，皆未超過 MSY 水準。輔以 2017 年的各種資源量指標資訊，判定大目鮪資源目前仍處於未過漁，且亦未處於過漁狀態。

黃鰭鮪的資源狀態評估進展是因 2015 年黃鰭鮪評估結果為已面臨過渡捕撈(overfishing)，且達過漁狀態(overfished)。今年 2018 年再次進行黃鰭鮪資源評估，資源狀況仍處於紅字警戒，此資源仍面臨過渡捕撈(overfishing)，且達過漁狀態(overfished)。最大持續生產量估計值約 35 萬公噸。2017 年親魚量估計約為初始親魚量的 28%，且為可供給最大持續生產量的親魚量之 80%。資源評估結果顯示，親魚量仍過低(SB/SBMSY=0.80)以及漁業壓力仍過高(F/FMSY=1.39)。

大目鮪物種管理狀態簡述如下:自 2007 年後延繩釣努力量顯著減少，漁獲壓力減低。2016 年進行風險評估，估計若維持在目前的漁獲量水準(九萬公噸以內)，以最大持續生產量為基準的參考點為判斷依準，2018 年和 2025 年資源狀態應該可以維持穩健狀態。資源可能避免面臨過漁狀態。若在努力量持續下降，且漁獲量持續低於 MSY 水準下，則就不需要有立即性的管理措施，但仍需加強對於資料收集及分析，以降低評估的不確定性。

黃鰭鮪物種管理狀態簡述如下:鑒於資源狀態不佳，近幾年漁獲量又居高不下，估計這幾年的補充量又低，所以目前進行復育計畫 Resolution 18/01，限制漁獲量維持在 2014/2015 年的漁獲水準的 90%以下(延繩釣漁業)。然而各漁業國黃鰭鮪管理 18/02 遵守情形是，商業船隊都還算遵守，但是許多沿岸國的黃鰭鮪漁獲量都超過允許的配額量，整理而言，總漁獲量並未如期控管，甚至較去年都還高(高出 3%)，現行的管理措施未奏效。

圖九至圖十三為我國延繩釣漁業歷年在印度洋作業努力量、每筐鉤數、大目鮪與黃鰭鮪漁獲量與單位努力漁獲量的空間分布圖。近十年我國作業區域已逐漸縮減，現階段主要分布在西熱帶印度洋抓大目鮪，以及溫帶海域抓長鰭鮪與油魚。2011 後每筐鉤數整體而言都增加，可能是許多漁船漁具裝備置換為美式滾筒，依次作業可以加多鉤數。此變革應進一步了解探討，因其會影響後續資料解讀運用。

圖十四至圖二十一是我國延繩釣小釣漁業歷年在印度洋作業努力量、大目鮪與黃鰭鮪漁獲量的空間分布圖。可以看到 2010 後主要作業漁區已與大釣作業漁區高度重疊，但不同的是在東印度洋，如孟加拉灣仍有小釣在此海域捉黃鰭鮪。月別分布趨勢來看，除了 12 月份在偏重東印度洋作業外，其餘月份作業分布較無明顯模式，頗為分散。

3.3 聚集分析結果

圖二十二至圖二十三是本研究採用之大目鮪與黃鰭鮪的漁區定義。表 3 與表 4 顯示分別依據大目鮪與黃鰭鮪漁區定義，各區域聚集分析方法的結果。以黃鰭鮪(RegY2)漁區定義第 2N 區域為例，方法 hcltrip 結果清楚顯示聚集一，主要目標魚種為大目鮪；聚集二，主要目標魚種包括大目鮪，次之為黃鰭鮪以及劍旗魚也佔一定的比例；聚集三，主要目標魚種包括大目鮪、劍旗魚與黃鰭鮪；聚集四，主要目標魚種大目鮪與其他魚種，其次為黃鰭鮪；聚集五，主要目標魚種包括黃鰭鮪、次之為大目鮪。24 至圖 45 呈現各區域內各聚集作業特性、作業空間分佈以及漁獲組成特性，各聚集的作業空間分佈相對於其他特徵呈現比較明顯的區隔。

以黃鰭鮪(RegY2)漁區定義第 2N 區域為例(圖 38)，各類統計分析結果顯示將作業資料分成五個聚集群組為最佳。而圖 42 顯示以黃鰭鮪(RegY2)漁區定義第三區域為例，各聚集群組內的作業特徵。如第四類聚集群組應對應的是自 2005 年後以油魚為標的魚種的作業紀錄，而第一類聚集群組則對應的是以長鰭鮪為標的魚種的作業紀錄，而第二類聚集群組則對應的是以大目鮪與黃鰭鮪為標的魚種的作業紀錄。我國作業日誌已經從 2009 後有獨立紀錄油魚漁獲，本研究根據此資訊可確認聚集分析在缺乏獨立油魚漁獲紀錄的往年，仍可以根據漁獲組成以聚集分析成功隔離出油魚漁業，並將此類作業努力量剔除於熱帶鮪類 CPUE 標準化的分析研究。

圖 58 至圖 60 是探討聚集選擇標準，也就是若某聚集的作業捕獲甚少比例的標的魚種，則代表此類作業紀錄並無包含標的魚種的漁獲資訊，將不納入 CPUE 標準化模式分析。而低於多少比例才適當，則可以就資料樣本數與估計之序列的穩定度來判斷。結果顯示相較於低於平均比例的篩選原則，小於 5% (也就是相當低的比例)的篩選原則較合適，因為保留較多的樣本而估計之序列的穩定度也較高。

另分析 2017 年觀察員航次資料(圖 61 至圖 63)，將每一航次作業位置繪製於地圖上，並觀察相對應的漁獲組成，以周別為時間單位檢視目前統計航次定義(船月)是否妥適。結果顯示原則上以船月為統計航次頗為合理，但是還是有些案例或許魚種組成周與周之間亦會呈現明顯差異，或許日後可以試著比較若以船周為統計航次的分析結果是否有顯著差異。

3.4 CPUE 結果

根據 Constant Lognormal GLM 的分析結果，表 5 至表 13 與圖 48 至圖 57 呈現各區域大目鮪與黃鰭鮪 CPUE 標準化模式，各因子對於 CPUE 序列趨勢的解釋力與影響力之統計分析表。簡單來說，由影響力分析可以了解名目 CPUE 序列與標準化 CPUE 序列的差異主要是來自於哪一個主要因子的影響。隨然某個因子可以解釋很大的 CPUE 值的變異，但是加入此因子並不一定會有明顯的校正效果。原因是可能每年這個因子的實際變數值分布會很類似，舉例來說，季節或許可以解釋很大程度 CPUE 的變異，然每年作業努力量在各季節的作業分布可能很類似，因此模式校正後，名目 CPUE 序列與標準化 CPUE 序列的差異並不顯著。舉大目鮪區域 1N 的影響力分析結果為例，各漁船的模式估計係數變化頗大，也就是有些船的單位努力漁獲量明顯高出許多，而許多高效能船隻在某些年佔較高的比例，如 1979 年，則就導致那一年的名目 CPUE 的值就會較高，而經過納入漁船效應的模式標準化後，1979 年標準化 CPUE 的值就會明顯下降。

仍以大目鮪區域 1N 的影響力分析結果為例，每年作業努力量的空間分布可算是相當穩定，但在 2009 年開始在索馬利亞海域有活躍的海盜活動，所以之後三年，分布在索馬利亞海域的作業明顯下降，而 2012 年許多漁船返回這高大目鮪漁獲率的區域作業，所以在 2012 年則有五度方格空間因子的年影響力就非常高。圖 49 與圖 52 顯示台灣漁船在大目鮪區域 1S 與區域 4 的捕獲大目鮪的漁獲能力有助年上升的趨勢，但在其他區域則無明顯變化趨勢。圖 56 顯示台灣漁船在黃鰭鮪區域 4 的捕獲黃鰭鮪的漁獲能力有助年上升的趨勢，但在其他區域則無明顯變化趨勢。

圖 64 至圖 65 顯示各區域大目鮪與黃鰭鮪標準化 CPUE 序列趨勢國際合作分析結果與本研究之比較圖，整體長期變化趨勢頗為一致。根據各魚種各區域本

研究以及四國整合 CPUE 序列趨勢比較，在熱帶海域，我國黃鰭鮪的 CPUE 序列趨勢較國際合作分析結果而言，下降的幅度稍微有所緩和。

大目鮪區域 1N 以及區域 1S 這個西熱帶區域的資源量指標趨勢顯示，1979 年至今，並沒有明顯變化趨勢，然自 2012 年之後，最近五年呈現逐年下降的短期趨勢。而在溫帶區域，1979 年至今，CPUE 序列也並沒有明顯變化趨勢，然最近兩年呈現相對較低的值。

黃鰭鮪在西熱帶區域的資源量指標趨勢顯示，1979 年 CPUE 逐年增加至 1987 年後，上下震盪至 2006 年，2006 年之後則一直下滑至 2010 年，2012 年上升至相對高點，但之後至今下降至長期來看相對低點，黃鰭鮪在東熱帶區域的資源量指標趨勢顯示，1989 年 CPUE 逐年緩慢下降至 2006 年，但呈現劇烈下降至 2016 上的長期來看相對低點，呼應目前黃鰭鮪資源評估為過漁的紅色警戒狀態。黃鰭鮪在西部溫帶區域的資源量指標趨勢顯示，1979 年 CPUE 逐年下降至 2011 年後，至今上下震盪。黃鰭鮪在東部溫帶區域的資源量指標趨勢顯示，今年給予較嚴格的樣本代表性標準，所以樣本數較少，有許多缺失值，不易比較。

圖 66 至圖 77 顯示標準化模式套適殘差分析統計圖，有幾個模式殘差分布等相關檢視與常態分佈的假設頗有差距，發現大目鮪較適合用 constant lognormal model，而黃鰭鮪較適合用 delta lognormal model。應該是大目鮪是我國延繩釣的主要標的魚種，而黃鰭鮪較屬於混獲魚種。

根據圖 78 的漁區定義，以我國觀察員資料進行聚集分析，以檢視各聚集大目鮪與黃鰭鮪漁獲體長是否有明顯差異。圖 79 至圖 82 並初步檢視各作業組別以及各區域各群集 (clusters) 之觀察員紀錄體長資料分布特性。尚無觀察到聚集間明顯體長分布特性。

第四章 檢討與建議

國際合作進行整合 CPUE 標準化分析，主要是針對依據台灣商業性漁獲統計資料估得之印度洋黃鰭鮪與大目鮪的 CPUE 標準化序列趨勢與日本的序列趨勢不一致的議題，今年度六月在台進行第四次進階國際合作。此次國際合作參與者包括台日韓與塞席爾科學家以及 IOTC 科學家與外聘科學家。在台日韓塞席爾四國作業日誌資料的保密性已充分考慮下，進行各漁業與漁業資料之概況與特性深度剖析，並考慮空間、標的魚種與船隊漁獲能力等因子，並根據相同的研究分析架構分別估算各國印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種標準化 CPUE 序列趨勢。

今年的國際合作成果在 IOTC 熱帶鮪類工作小組會議上發表，有許多的意見，給予了未來研究的方向，整體而言，仍受國際漁業管理組織肯定，並鼓勵日後更進一步的國際合作。透過公開透明的國際合作，逐步提升對於漁獲統計資料的深度理解與運用，以期資源評估結果更具確定性。目前建議在明年的四月底左右大西洋黃鰭鮪資料準備會議在西班牙馬德里會後就地進行國際合作研究，但仍待議與確認。

未來一年會以此合作模式，將研究內容延展是體長資料，並列為建議研究項目最優先的順位。也就是 IOTC 秘書處明年計畫開啟國際合作研究(此一研究項目今年已被列為高度優先執行項目)，請外聘顧問(Simon Hoyle)與各國(預計包括台灣、日本與韓國)漁業管理單位以及處理體長資料的單位聯繫、討論合作的方式等細節。若檢視漁獲體長資料呈現於魚體偏小，或漁獲平均體長下降，或小魚比例偏高，或許需進一步分析是否資源呈現生長型過漁(growth overfishing)現象，因為有上述情況有可能是漁業多在魚體尚未達大最適體長前捕獲，需進一步模式分析確認。

台灣提交之 2001-2004 年台灣延繩釣漁業大目鮪年總漁獲量(Task I)以及大目鮪產證資料不一致，甚至大目鮪產證資料所紀錄的漁獲量高於大目鮪年總漁獲量。這項議題今年再度被指出，建議若我國應給予正式回應。

今年針對我國的熱帶鮪類的體長資料諸多質疑討論，最需要處理的是工作小組會因此進一步質疑我國作業日誌對於漁獲的低報(不報小魚)，質疑小魚被丟棄。因為許多會員從 ICCAT 的相關會議與報告(參見以下截圖)中得到一些陳述。雖然會議尚有做澄清，但是或許我國有多方說法，各國抱持狀況仍不明確的態度，建議我國應對於此議題，在三大洋區有統一的說法與立場。

第五章 成果效益說明及重大突破

5.1 學術成就、技術創新、經濟效益、社會影響

四年來我國與日本、韓國與塞席爾科學家以及 IOTC 外聘獨立科學家共同探究印度洋熱帶鮪類標準化 CPUE 變動趨勢的合理估算方法，合作過程與成果已於四屆的 IOTC 熱帶鮪類工作小組會議中發表數篇研究報告，有助於印度洋熱帶鮪類資源利用狀態有更清楚的認識。因仍有許多疑慮待釐清，每年的國際合作均受國際漁業管理組織期待。透過公開透明的國際合作，逐步提升對於漁獲統計資料的深度理解與運用，以期資源評估結果更具確定性。整體而言，除了透過深度的國際合作處理長久以來關於印度洋熱帶鮪類 CPUE 標準化序列趨勢不確定性的議題外，我國持續提供國際漁業組織我國漁業動態資訊對於我國的形象與漁業資源評估的可信度皆有所提升。

參考文獻

- Bigelow, k. and Hoyle, S.D., 2012. Standardized CPUE for South Pacific Albacore, WCPFC-SC8, Busan, Republic of Korea.
- Chang, S.-K., Hoyle, S. and Liu, H.-I., 2011. Catch rate standardization for yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in Taiwan's distant-water longline fishery in the Western and Central Pacific Ocean, with consideration of target change. *Fisheries Research*, 107(1-3): 210-220.
- He, X., Bigelow, K.A. and Boggs, C.H., 1997. Cluster analysis of longline sets and fishing strategies within the Hawaii-based fishery. *Fisheries Research*, 31(1-2): 147-158.
- Hoyle, S.D., 2014. Spatial considerations in bigeye and yellowfin CPUE from Japanese and Taiwan,China longline fisheries in the Indian Ocean, IOTC WPTT16, Bali, Indonesia.
- Hoyle, S.D., Langley, A.D. and Campbell, R.A., 2014. Recommended approaches for standardizing CPUE data from pelagic fisheries, WCPFCSC10, Majuro, Republic of the Marshall Islands.
- Hoyle SD, Okamoto H, Yeh Y-M, Kim ZG, Lee SI & Sharma R, 2015. Report of the 2nd CPUE Workshop on Longline Fisheries, 30 April – 2 May 2015, IOTC WPTT17. Montpellier, France.
- Hoyle SD, Yeh Y-M, Chang S-T & Wu R-F, 2015. Descriptive analyses of the Taiwanese Indian Ocean longline fishery, focusing on tropical areas. IOTC WPTT17 Montpellier, France.
- Hoyle SD, Doo Nam Kim, Sung Il Lee, Takayuki Matsumoto, Kaisuke Satoh, and Yu-Min Yeh. 2016. Collaborative study of tropical tuna CPUE from multiple Indian Ocean longline fleets in 2016. IOTC-2016-WPTT18-14.
- Hoyle SD, et al. 2017. Collaborative study of tropical tuna CPUE from multiple Indian Ocean longline fleets in 2017. IOTC-WPTT19-32, Victoria, Seychelles.
- Hoyle SD, Satoh K and Matsumoto T. 2017. Exploring possible causes of historical discontinuities in Japanese longline CPUE. IOTC-WPTT19-33, Victoria, Seychelles.
- Hoyle SD, Satoh K and Matsumoto T. 2017. Selectivity changes and spatial size patterns of bigeye and yellowfin tuna in the early years of the Japanese longline fishery. IOTC-WPTT19-34, Victoria, Seychelles.
- Hoyle SD, Satoh K and Matsumoto T. 2017. Exploration of Japanese size data and historical changes in data management. IOTC-WPTT19-35, Victoria, Seychelles.
- Hoyle SD. 2017. Regional scaling factors for Indian Ocean stock assessments. IOTC-WPTT19-36, Victoria, Seychelles.
- IOTC, 2014. Report of the Seventeenth Session of the IOTC Scientific Committee, IOTC SC17, Seychelles.
- Matsumoto T, et al. 2017. Consideration on high jump of Japanese longline CPUE for bigeye and yellowfin tuna in the late 1970s in the Indian Ocean. IOTC-2017-WPTT19-26.
- Maunder, Mark N., John R. Sibert, Alain Fonteneau, John Hampton, Pierre Kleiber, and Shelton J. Harley. 2006. Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1373-1385.
- Okamoto, H., 2014a. CPUE of bigeye and yellowfin tuna caught by Japanese longliner in the Indian Ocean standardized by GLM considering several aspects of area, catchability and data resolution, IOTC WPTT16, Bali.
- Okamoto, H., 2014b. Provisional study on comparison of CPUE trend of bigeye and

yellowfin tuna between Japanese and Taiwan-China longline fisheries based on whole and shared strata in the Indian Ocean, IOTC WPTT16, Bali, Indonesia.

Okamoto, S.D.H.a.H., 2011. Analyses of Japanese longline operational catch and effort for bigeye and yellowfin tuna in the WCPO, WCPFCSC7-2011/SA IP-01,

Pohnpei, Federated States of Micronesia. Sofia Ortega-Garcia, Daniel Lluch-Belda and Pablo Arenas Fuentes. 2003. Spatial, seasonal, and annual fluctuations in relative abundance of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean during 1984–1990 based on fishery CPUE analysis. *Bulletin of marine science*, 72(3):613-628.

Yeh, Y.-M., 2014. Analysis of Taiwanese longline fisheries based on operational catch and effort data for bigeye and yellowfin tuna in the Indian Ocean, IOTC WPTT16, Bali, Indonesia.

Yeh Y-M & Chang S-T, 2015. Updated CPUE standardizations for bigeye and yellowfin tuna caught by Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean using generalized linear model. IOTC-WPTT17, Montpellier, France.

Yeh Y-M & Chang S-T, 2016. Updated CPUE standardizations for bigeye and yellowfin tuna caught by Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean using generalized linear model. IOTC-WPTT18, Victoria, Seychelles.

Yeh Y-M, Hoyle S and Chang S-T. 2017. Updated CPUE standardizations for bigeye and yellowfin tuna caught by Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean, using Generalized Linear Model. IOTC-WPTT19-31, Victoria, Seychelles.

Winker, H., S. E. Kerwath and C. G. Attwood (2014). "Proof of concept for a novel procedure to standardize multispecies catch and effort data." *Fisheries Research* 155: 149-159.

備註：限於篇幅，省略附件之圖表。

附件 3

印度洋熱帶鮪類資源研究(108 年度)

行政院農業委員會 108 年度科技計畫期末研究報告

計畫名稱：印度洋熱帶鮪類資源研究(III)

CPUE index and stock assessment of Taiwanese tropical tunas in the Indian Ocean

計畫主持人：南華大學葉裕民 副教授

計畫編號：108 農科-9.1.2-漁-F2(2)

全程計畫期間：108 年 1 月 1 日至 108 年 12 月 31 日

中文摘要

本計畫主要目標為檢視與分析我國印度洋熱帶鮪類作業層級資料與觀察員資料之漁獲與體長資料，以掌握漁業利用資源動態發展。配合印度洋鮪類委員會(IOTC)執行印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種資源評估，進行印度洋大目鮪與黃鰭鮪 CPUE 標準化研究分析，並提出相關研究報告，以因應 2019 年國際漁業組織印度洋鮪類委員會(IOTC)熱帶鮪類資源指標更新評估。

本研究採用聚集分析處理標的魚種漁獲率的差異性議題，並利用決策樹探討各聚集所對應之作業策略的特徵。研究發現在熱帶區域，大目鮪、黃鰭鮪、其他魚類(油干)的漁獲量以及作業年代是主要判定聚集分類的因素，解釋度都接近七成。而東熱帶區域，作業策略是隨著不同的作業時期(年代)而有所改變。西熱帶區域的北部則會因緯度的高低，會有不同的作業策略。溫帶水域長鰭鮪、其他魚類(油干)、劍旗魚與南方黑鮪的漁獲量以及作業年代是主要判定聚集分類的因素，解釋度都高過七成。而西溫帶水域，作業策略是隨著不同的作業時期(年代)而有所改變，這個現象呼應了 2006 年油干漁業的發展。東溫帶水域隨著作業時期的改變，會有不同的作業策略，而且有幾艘特定的漁船有其獨特的作業策略。

五年來我國與日本、韓國與塞席爾科學家以及 IOTC 外聘獨立科學家共同探究印度洋熱帶鮪類標準化 CPUE 變動趨勢的合理估算方法，合作過程與成果已於五屆的 IOTC 熱帶鮪類工作小組會議中發表數篇研究報告，有助於印度洋熱帶鮪類資源利用狀態有更清楚的認識。因仍有許多疑慮待釐清，每年的國際合作均受國際漁業管理組織期待。

透過公開透明的國際合作，逐步提升對於漁獲統計資料的深度理解與運用，以期資源評估結果更具確定性。整體而言，除了透過深度的國際合作處理長久以來關於印度洋熱帶鮪類 CPUE 標準化序列趨勢不確定性的議題外，我國持續提供國際漁業組織我國漁業動態資訊對於我國的形象與漁業資源評估的可信度皆有所提升。

Abstract

The goals of the project include the analysis of Taiwanese tuna longline logbook data and observer data in the Indian Ocean and the standardization of CPUE series.

In this study, the clustering analysis was used to deal with the differences in the catch rate of the target species, and the decision tree was used to explore the characteristics of the operational strategies corresponding to each cluster. The study found that in the tropical region, the catches of the bigeyes, yellowfins, and other fish (oil dry) and the age of operation are the main factors determining the aggregation classification, and the interpretation degree is close to 70%. In the eastern tropical region, the operating strategy changes with different operating periods (ages). The northern part of the western tropical zone will have different operational strategies due to the latitude. The catches of albacore, other fish (oil dry), swordfish and southern blue tuna in temperate waters are the main factors determining the aggregation classification, and the interpretation degree is higher than 70%. In the West temperate waters, the operating strategy has changed with different operating periods (ages), which echoes the development of oil fisheries in 2006. The East temperate waters have different operational strategies as the study period changes, and several specific fishing boats have their own unique operational strategies.

The latest three years, the international collaborative work among Taiwanese, Japanese, Korean, Seychelles and IOTC scientists researched on the integrated standardized CPUE series and related issues. The collaboration is very productive. It provided a deeper understanding of the status of Indian tropical tuna. However, there are still many issues to be addressed. IOTC keep encouraging the international collaborative work to facilitate the tropical tuna stock assessment. Involved in the international collaborative work helps not only the quality of the stock assessment but also promoting Taiwan to be a responsible fishing country.

第一節 前言

自 1985 年後，印度洋大目鮪與黃鰭鮪一直都是台灣遠洋鮪延繩釣船隊在印度洋主要利用之漁業資源。而印度洋大目鮪與黃鰭鮪資源狀態一直也是國際漁業組織 IOTC 關注的事項。以漁業利用強度與漁獲統計資料品質的角度而言，印度洋熱帶鮪類的資源評估工作非常倚賴延繩釣漁業的 CPUE 標準化序列指標，因其可作為資源變動的指標。以往因臺灣與日本的 CPUE 標準化序列趨勢存在無法解釋的差異，雖然在分析研究上，考慮了台灣和日本鮪延繩釣船隊的作業型態，長年來包括標的魚種的移轉，作業空間的分布以及相關的歷史變革。以近幾年來看，台灣一直以大目鮪為標的魚種，而日本則以黃鰭鮪為標的魚種。且台灣的作業分布遍及印度洋大部分海域，而日本作業分布較為侷限，百分之七十的黃鰭鮪漁獲量是來自於莫三比克海峽附近海域，所以若大目鮪與黃鰭鮪資源評估只用日本的資料，會有代表性的問題。因此四年前透過 IOTC、IOTC 外聘科學顧問以及台日以及韓塞席爾四國國際合作研究，整合四國鮪延繩釣作業層級資料，估算整合性 CPUE 標準化序列以作為最佳資源變動的指標。根據現階段合作結果認為，差異性主要源自於原始資料(名目漁獲努力量，Nominal CPUE)的本質，而非資料處理或研究方法的變異。我國船隊作業日誌回收率年間變化頗大，從 1979 年約 63%，到 1992 年，回收率最低，只有 4%。整體而言，1984 年到 2002 年回收率在五成以下，因過低的回收率可能會降低作業日誌反映整個船隊作業概況的代表性。且檢視台日韓三國在印度洋赤道海域年別每次作業大目鮪漁獲尾數的頻度分佈圖，在 1977~2001 年以及 2005~2008 年年間，三國的分佈頗為相似。但在 1983~1991 年低漁獲(如每次作業捕獲 20 尾大目鮪)各國的變動幅度較大且不甚一致外，其中 2002~2004 年台灣的分佈模式異常，且和他國相比，平均而言，每次作業大目鮪漁獲尾數高出許多。然而這四年台灣作業分佈似乎無明顯變化，推測此和 2002-2004 年我國大西洋與印度洋之間發生的洗魚事件有關，因此估算整合性 CPUE 標準化序列時，只取我國 2005 年(含)之後的作業日誌資料。目前大目鮪與黃鰭鮪資源評估皆已採用延繩釣漁業整合 CPUE 標準化序列作為資源量變動指標。但雖採用的延繩釣漁業整合性 CPUE 標準化序列，各國仍須分別提供各國之 CPUE 標準化序列以綜合分析比較，每年檢視各國漁業發展現狀與 CPUE 序列趨勢變化，持續以各種漁獲資料來源與分析監測資源狀態。

根據我國印度洋大型鮪延繩釣漁業之商業性漁獲統計資料，為估求更妥適的標準化 CPUE 序列以反映資源量變動趨勢，必須考慮標的魚種、作業漁區、作業策略等時空與作業船隻各個特徵的歷史變革。近期在檢視我國漁業作業特性的發展變化時，注意到每筐鈎數的大小有增加的趨勢。在我國的漁獲統計系統中，每筐鈎數的紀錄始自 1995 年開始，某種程度而言，每筐鈎數的投放鈎數反映了作業的標的魚種。以往的經驗與資料顯示，雖然每筐鈎數的大小會因季節、漁區以及個別船隻其他作業漁具的規格而有所變化，但原則，若以大目鮪為標的魚種，每筐鈎數約會使用 15~18 鈎，而若以長期鮪為標的魚種，每筐鈎數約會使用 12 鈎以下。而若觀察每筐鈎數的歷史時空分布，南緯 15 度以北的熱帶海域，多數船隻以大目鮪為標的魚種，每筐鈎數較大，南緯 15 度以南的溫帶海域，多數船隻以長鰭鮪為標的魚種，每筐鈎數較小，分隔的非常明顯。然自 2010 末，有跡象顯示東南溫帶海域，每筐鈎數較歷年為大，而 2010 年之後，

則整個印度洋海域，每筐鈎數呈現皆大幅增加的趨勢。初步輔以來自業者與對外漁協的資訊，得知許多船隻改用美式滾筒，提升了作業操作速度，所以每筐鈎數與總鈎數都會顯著增加。有鑑於此，漁具的變革預期會影響我國船隊的漁捕效率，進而有可能會影響單位努力量漁獲量的解析。因此本年度的研究重點設定在了解此一變革的發展現況，並探討此一變革對於漁獲資料資訊解析的影像，以期 CPUE 序列趨勢的標準化得以適當進行，以確保此資源量指標之代表性。

針對依據台灣商業性漁獲統計資料估得之印度洋黃鰭鮪與大目鮪的單位努力漁獲量(Catch per unit effort, CPUE)標準化序列趨勢與日本的序列趨勢不一致的議題，已於 2015 年開始進行了四年的國際合作研究。這四年進行了台、日、韓與塞席爾各國漁業與漁業資料之概況與特性深度剖析，並考慮空間、標的魚種與船隊漁獲能力等因子，分別估算各國印度洋大目鮪與黃鰭鮪魚種標準化 CPUE 序列趨勢，以及整合各國資料後再估算標準化 CPUE 序列。主要研究成果包括 1. 篩選有效之作業層級資料的條件設立會顯著影響後續 CPUE 標準化估算結果，建議篩選條件的設定必須審慎探究資料來源以及代表意義；2. CPUE 標準化模式因子的選用，五度方格漁區、標的魚種的選用指標與船隊之漁撈能力等因子顯著影響 CPUE 變動趨勢的估算，建議後續應納入此些因子進行 CPUE 標準化的分析；3. 因我國印度洋鮪延繩船隊漁業活動之漁獲作業日誌資料回收率於 2000 年前年間變化較大且部份年度回收率偏低，且 2002 年至 2004 年我國大西洋與印度洋之間發生的洗魚事件，檢視這四年漁獲作業日誌，整體船隊普遍漁獲表現異常，且根據現有資料無法進行有效辨別個別船隻填報可信賴度，為確保整合 CPUE 標準化序列的適當性，因此只採用我國 2005 年後之漁獲作業日誌資料納入整合分析；4. 關於遠洋鮪延繩釣漁業或船隊之漁撈能力 (fishing power) 一直是目前認為標準化 CPUE 序列趨勢若要用來作為資源量變動指標是必要可慮的議題。我國印度洋鮪延繩釣漁船大目鮪漁撈能力在核心區域從 1979 年的 0.9 些微增加至 2012 年的 1.1。特別的是在南印度洋海域在 1979 年至 2012 年年間從 0.7 明顯增至 1.4。我國印度洋鮪延繩釣漁船黃鰭鮪漁撈能力在核心區域從 1979 年的 0.7 些微增加至 1993 年的 1.0，之後幾乎皆維持在穩定的水準。而在南印度洋海域在 1979 年以及 1989 年有較高的漁撈能力 1.2，在 1992 年以及 1993 年有較低的漁撈能力 0.6 外，其他年度至 1996 年都約為 1.0，自 1996 年後則持續增加至 2012 年的 1.3 年。整體而言，我國印度洋鮪延繩釣漁船大目鮪與黃鰭鮪漁撈能力並不如預期得和日本一樣呈現明顯上升趨勢，因此目前我國漁撈能力變異的機制尚無法掌握；5. 群集分析法區別出我國印度洋鮪延繩釣漁業在各統計區的作業策略，也就是各組別有其特有的漁獲組成、作業位置、作業季節、每筐鈎數等的分布特性。如在西南印度洋統計漁區檢視出我國有明顯的油甘漁業於此，故後續進行大目鮪與黃鰭鮪的 CPUE 標準化時可以用群集組別效應或剔除油甘漁業資料估算更適當的 CPUE 標準化序列。

第二節 實施方法

2.1 台灣作業層級資料與漁業概況分析

本研究提請漁業署提供一度空間解析度航次原始作業日誌、觀察員資料、歷史 VMS 資料、漁獲統計書、核銷資料以及進出港資料。針對我國遠洋鮪延繩釣漁獲統計資料庫之漁獲努力量與各魚種漁獲量時間與空間分佈等項目資料進行深度檢視，以掌握漁業歷年發展動態。

2.2 聚集分析(Cluster Analysis)

因分析台灣印度洋鮪延繩釣漁業標的魚種黃鰭鮪與大目鮪的漁獲率時，若只考慮作業漁季、作業漁區以及漁獲組成等因子，而不考慮作業之標的魚種的移轉，並無法對於印度洋黃鰭鮪及大目鮪漁獲率的變異進行適當的掌握。因此本研究利用聚集分析，根據每次作業或航次（船月別）漁獲組成的相似性進行分類，期能鑑別每次作業或航次的標的魚種，進而將組別視作為一目標魚種(或作業策略)的替代指標。考慮以航次別作為一分析單位是因縱使標的魚種不變，時空變異之下，其漁獲組成的比例仍存有異質性。因此預計以航次資料為一分析單位，進而設計分析架構，滿足組別內的變異程度小於組別間的變異，使聚集分析結果更具確適性。

因此考慮每次作業的魚種漁獲，包括黃鰭鮪、大目鮪、長鰭鮪、黑鮪、南方黑鮪、劍旗魚、旗魚類(黑皮旗魚、白皮旗魚、紅肉旗魚)、鯊魚以及其他魚類的漁獲組成。

此研究採用的方法主要參考 Bigelow and Hoyle(2012)以及 Winker *et al.* (2014)的研究方法。首先去除無任何漁獲的作業紀錄，計算每筆作業紀錄各魚種漁獲尾數佔總漁獲尾數的百分比。採用兩種資料處理方式進行聚集分析，第一種方式是將漁獲組成資料進行轉換以避免某些平均漁獲量較大的魚種會影響分析的有效性。轉換方式即是標準化常態分佈的過程。而另一種方式即是不作任何資料轉換。

根據去年採用三種聚集分析方法的經驗，此次選用為 Ward hclust。階層式聚集分析(hierarchical cluster analysis, Ward method)乃先利用統計分析軟體 R 的 dist 函數功能計算資料結構異質性的距離，然後再用 hclust 函數功能，給定參數 Ward.D 進行分析。

一般而言，聚集組別的選定頗為主觀。本研究根據漁業實況，判定至少會有兩種不同作業策略存在於船隊中，一是以大目鮪為標的魚種，二是以長鰭鮪為標的魚種。組別選定會參考不同的統計分析結果。

2.3 分類與迴歸樹(Classification and regression tree, CART)模式建立分析各群組的作業策略

現存的統計分類方法眾多，分類與迴歸樹(CART)演算法適用於歸納分析具複雜且龐大變數的資料集。因基本演算概念是以二元分割規則將資料分類，而分類過程與樹狀結構相似，擁有根、節以及樹葉等結構，因此 CART 演算法又被稱為決策樹(Decision tree)。在演算過程中產生一連串的規則，而演算結果可用來預測樣本其歸納出的類別所在。目前有許多與 CART 類似且更複雜整合性的機器

學習演算法 (Machine Learning Algorithm) 被發展出來克服原有演算法的障礙和缺陷，且多有現成開放免費的 R 套裝軟體可利用，如 'dismo' 以及 'gbm' 等 R 套件。擬採用提升決策樹 (Boosting Regression Tree) 模式分析，並與傳統的 CART 所建立的模式比較。

混淆矩陣是對有監督學習分類算法準確率進行評估的工具。通過將模型預測的數據與測試數據進行對比，使用準確率，覆蓋率和命中率等指標對模型的分類效果進行度量。

根據大目鮪的 RegB3 漁區定義，將印度洋劃分為五個區，分別針對各區域，使用決策樹進行分類預測，並使用混淆矩陣對預測模型的準確率進行評估。首先我們將所有作業日誌漁獲資料分為兩組，第一組為訓練集，佔所有數據的 80%，我們通過訓練集的數據計算參數並生成模型。第二組數據為測試集，佔所有數據的 20%。我們使用測試集的數據對模型的分類結果進行測試，並使用混淆矩陣對測試結果進行評估。模型的準確率數據就是根據 Positive (正) 和 Negative (負) 相互交叉的 4 組數據計算得出。

betreg5bigml Training (80%) vs. betreg5bigml Test (20%)				True positive		False positive	
ACTUAL VS. PREDICTED				True negative		False negative	
Threshold: 50%							
	Positive	Negative	Classe ACTUAL	RECALL		F	Phi
Positive	1668	2704	4372	38.15%		0.4936	0.4779
Negative Classes	718	36618	37336	98.08%		0.9554	0.4779
PREDICTED	2386	39322	41708	68.11%		0.724498671	0.47786463
PRECISION	69.91%	93.12%	81.52%	91.80%			
Powered By BigML							

True Positive 簡稱 TP，表示測試集中是 Positive，模型預測結果是 Positive 的數據條目。

False Positive 簡稱 FP，表示測試集中是 Negative，模型預測結果是 Positive 的數據條目。

False Negative 簡稱 FN，表示測試集中是 Positive，模型預測結果是 Negative 的數據條目。

True Negative 簡稱 TN，表示測試集中是 Negative，模型預測結果是 Negative 的數據條目。

Sensitivity 又稱為 Recall，簡稱 TPR，表示模型正確預測 Positive 在測試集中所有 Positive 的比率。

Specificity 簡稱 SPC，表示模型正確預測 Negative 在測試集中所有 Negative 的比率。Positive Predictive Value 簡稱 PPV，表示模型正確識別 Positive 的比率。

Negative Predictive Value 簡稱 NPV，表示模型正確識別 Negative 的比率。

Accuracy 簡稱 ACC，表示模型正確預測 Positive 和 Negative 的比率。

2.4 泛線性模式 (Generalized Linear Model, GLM)

分別針對大目鮪與黃鰭鮪區依同質性原則，將印度洋劃分成數個統計漁區，分魚種分區分別進行單位努力漁獲量標準化研究，利用泛線性模式估計台灣鮪延繩釣漁業利用印度洋大目鮪與黃鰭鮪單位努力漁獲量標準化變動趨勢部分採用的基本模式是以時間(年季)、五度方格空間、漁船以及作業策略(標的魚種)組別為主要因子。並進一步分析模式殘差分佈，再針對各可能的時空交互因子、多種

殘差機率分佈假設或嘗試與泛線性模式的各類變異擴充模式進行模式修正嘗試，以達最佳模式套適效果，估計最適資源量變動指標。並配合提供印度洋鮪類委員會(IOTC)執行大目鮪與黃鰭鮪資源評估，提出相關研究報告。

第三節 結果與討論

3.1 台灣鮪延繩釣漁業印度洋大目鮪與黃鰭鮪相關作業現況

美式滾筒(高速捲線器 reel)為美國延繩釣漁業漁具之一，根據對外漁協至東港小釣船訪查，多數小釣船都已有美式滾筒的漁具設備。早期台灣小釣船採手動式或傳統式捲線器，每次作業鈎數較少。採美式滾筒後，每次作業鈎數可達 2000 鈎以上，因自動化流程加速作業效率。因為大釣漁船考慮成本效益、主繩長度、美式滾筒的安裝，相關機組件需調整，有許多綜合的考量。根據台灣鮪魚公會取得的資料顯示，新船 CT5 CT6 多採用美式滾筒。而 CT7 大船整體成本效益考量，不一定採用美式滾筒。

鐵殼船(CT7)，船員最多約 30 人)，汰建塑鋼船(fob)(CT5&6，船員最多約 25 人)(最重 350 公噸)，成本(油價、人力)考量，一艘船賺四千萬打平，若改成塑鋼船較輕，成本省上 500 萬至 1 千萬。汰建為塑鋼船時，會考慮採用美式滾筒(仿東港小釣船)，此時作業模式每筐鈎數增加多捉一些浮水魚，所以漁獲組成應會有所不同，黃鰭鮪的比例推測會較高，之前根據經驗，估計可能大目鮪比黃鰭鮪約 7:3 或 8:2。但是塑鋼船怕撞不夠堅固易漏油。目前印度洋，鐵殼船約占 2/3，塑鋼船約占 1/3，大西洋和太平洋則約(3:1=鐵殼船:塑鋼船)。但公會不須提供到漁具資料給漁業署，也就是說漁業署目前很可能沒有美式滾筒的相關資訊。

根據資料分析顯示(圖 15~圖 17)，2014 年之前後，在熱帶海域各頓級別，利用大於等於 15 的每筐鈎數作業，漁獲組成的變化黃鰭鮪的比較在 CT5 與 CT6 的作業漁獲組成是有小幅增加的現象，CT7 卻有減少現象，頗為符合業者的作業現況。

利用 IOTC-CPUE 工作小組畫分之大目鮪漁區進行分區分年比較觀察員與作業報表大目鮪體長累積頻度圖之差異。針對印度洋大目鮪體長資料問題，經檢視作業報表量測之大目鮪體長資料與觀察員資料之差異性結果(如圖 20~圖 22)，本次利用觀察員檢核法篩出歷年品質較佳之觀察員航次資料共有 172 航次 7 萬多筆體長資料(第一區約佔 56%，第二區約佔 18%，第三區約佔 10%及第四區約佔 9%)，後續進行各區兩類體長資料之適合度檢定及體長頻度檢視，檢定結果皆顯示兩類資料是呈現不一致情況，此外，大目鮪體長亦是有以固定數加重量填報的問題，此外，利用觀察員體長體重關係式套入 2009-2017 年作業報表之量測體重以重新估算體長資料，但在第一區似乎轉換後之體長仍是與觀察員趨勢有差異，而經協會進一步以單船檢視方式估算第一區各船兩條累積頻度圖的差異值，發現差異值在小於 0.03 的兩條累積頻度圖似乎較為一致，後續在以此標準篩選作業船，則作業報表與觀察員的累積頻度圖就會趨於一致，但資料會從原本的 1,262,639 筆降至 1,66,235 筆，僅保留 10%資料，故目前針對大目鮪體長部分仍是建議 IOTC 以觀察員量測資料取代作業報表進行資源評估

針對第一區的兩類資料中(觀察員頻度相似的船隊跟不相似的船隊)，各挑出前三艘船繪製分布圖與體長頻度圖，以及索馬利亞海盜區域之體長頻度圖(東經 35-65/南緯 5 度以北)。結果顯示觀察員頻度相似的這三艘船其分布均明顯偏東，且其體長頻度圖也偏小。

3.2 印度洋大目鮪與黃鰭鮪資源狀況與各國漁業利用概況

關於大目鮪物種漁業概況，近四年(2014~2017)，主要的利用漁業為超低溫和

生鮮延繩釣漁業與圍網，佔總大目鮪漁獲量七成。超低溫生鮮延繩釣漁業漁獲量從在 2014 年佔總漁獲量的一半，逐年下降至 2017 年約四成不到，而圍網漁獲量逐年增加至 2017 年約佔三成。其他相對較重要的漁業為沿近海延繩釣漁業與小型圍網漁業。另近幾年斯里蘭卡和伊朗的刺網漁業持續發展，漁獲量呈增加的趨勢。主要船隊依次為印尼(延繩釣與圍網)、台灣(延繩釣)、塞席爾(延繩釣與圍網)和歐盟西班牙(圍網)。印度洋大目鮪年總漁獲量從 1970 年代的兩萬公噸開始，因 1980 年歐盟圍網加入，於 1990 年增加至約 15 萬公噸，後因海盜活動等原因漁獲量下降至最近幾年約為 10 萬公噸。

關於黃鰭鮪物種漁業概況，1980 年後，家計型漁業逐漸發展，近五年(2013~2017)，商業型漁業和家計型漁業漁獲量各佔一半，各約為 20 萬公噸。主要船隊依次為歐盟西班牙(圍網)、馬爾地夫(手釣與一桿釣)、伊朗(刺網)、塞席爾(圍網)與斯里蘭卡(刺網與沿岸延繩釣)。印度洋黃鰭鮪年總漁獲量於 1950 至 1980 年早期維持在約七萬公噸的水準，到 1993 年，因為圍網與延繩釣漁業的加入，漁獲量增加至約 40 萬公噸，2003 年和 2006 年年漁獲量高達 50 多萬公噸。2007 至 2009 年因海盜活動，許多船隊作業漁場東移或南移，漁獲量下降至 2004 年漁獲水準的六成，但 2012 年後又恢復至約 40 萬公噸。近五年平均每年印度洋黃鰭鮪總漁獲量約 41 萬公噸，而目前階段的漁獲仍超過 40 萬公噸。

依據印度洋鮪類管理委員會 2018 年第 20 屆熱帶鮪類工作小組之會議報告(cite)以及印度洋鮪類管理委員會 2018 年第 21 屆科學委員會之會議報告，目前國際漁業組織管理情形，2018 年未做全面性完整評估。根據 2016 年印度洋大目鮪的資源評估結果認為此資源尚未面臨過渡捕撈(overfishing)，且未達過漁狀態(overfished)。各種資源評估模式分析結果皆顯示大目鮪目前資源量並未過漁，且亦未處於過漁狀態，然而目前大目鮪最大持續生產量(MSY)點估計為 10 萬四千噸，但是綜合各種資源模式評估結果可能範圍區間分布頗大，約介於 87,000~121,000 噸之間。2015 年親魚量估計約為初始親魚量的 38%，且為可供給最大持續生產量的親魚量之 129%。相對於 2013 年的資源評估結果，生物量略微下降(from 144 to 129% SB/SBMSY)以及漁業壓力略為增加(from 42 to 76% F/FMSY)。近五年平均年漁獲量約為九萬六千公噸，2017 年大目鮪總漁獲量約為九萬公噸，皆未超過 MSY 水準。輔以 2018 年的各種資源量指標資訊，判定大目鮪資源目前仍處於未過漁，且亦未處於過漁狀態。

黃鰭鮪的資源狀態評估進展是 2015 年黃鰭鮪評估結果為已面臨過渡捕撈(overfishing)，且達過漁狀態(overfished)。2018 年再次進行黃鰭鮪資源評估，資源狀況仍處於紅字警戒，雖然機率為 94%，因此此資源仍面臨過渡捕撈(overfishing)，且達過漁狀態(overfished)。最大持續生產量估計值約 40 萬公噸。2017 年親魚量估計約為初始親魚量的 30%，且為可供給最大持續生產量的親魚量之 83%。資源評估結果顯示，親魚量仍過低(SB/SBMSY=0.83)以及漁業壓力仍過高(F/FMSY=1.2)。輔以 2018 年的各種資源量指標資訊，判定黃鰭鮪資源仍面臨過渡捕撈(overfishing)，且達過漁狀態(overfished)。

大目鮪物種管理狀態簡述如下：自 2007 年後延繩釣努力量顯著減少，漁獲壓力減低。2016 年進行風險評估，估計若維持在目前的漁獲量水準(九萬公噸以內)，以最大持續生產量為基準的參考點為判斷依準，2018 年和 2025 年資源狀態應該可以維持穩健狀態。資源可能避免面臨過漁狀態。若在努力量持續下降，且漁獲量持續低於 MSY 水準下，則就不需要有立即性的管理措施，但仍需加強對於資料收集及分析，以降低評估的不確定性。

黃鰭鮪物種管理狀態簡述如下：鑒於資源狀態不佳，近幾年漁獲量又居高不下，估計這幾年的補充量又低，所以目前進行暫時性復育計畫 Resolution 17/01 取代 Resolution 16/01，並且限制漁獲量維持在 2014/2015 年的漁獲水準以下。2017 年已有管理措施即將施行，我國印度洋鮪延繩釣漁業的漁獲量必須管控在 2014 年漁獲水準的 90%。目前 IOTC 統計資料數據顯示，各漁業國黃鰭鮪管理 18/02 遵守情形，商業船隊都還算遵守，但是許多沿岸國的黃鰭鮪漁獲量都超過允許的配額量，整理而言，總漁獲量並未如期控管，甚至較去年都還高，現行的管理措施未奏效。

3.3 聚集分析結果

表 4 顯示分別依據大目鮪新漁區定義，各區域聚集分析方法的結果。以大目鮪(RegB3)漁區定義第一區域為例，方法 hcltrip 結果清楚顯示聚集一，主要目標魚種為長鰭鮪與黃鰭鮪，次要魚種為大目鮪；聚集二，主要目標魚種包括大目鮪與黃鰭鮪，次之為劍旗魚；聚集三，主要目標魚種包括大目鮪，次之為黃鰭鮪；聚集四，主要目標魚種大目鮪與其他魚種，次之為黃鰭鮪；聚集五，主要目標魚種包括黃鰭鮪與大目鮪。圖 33 至圖 56 呈現各區域內各聚集作業特性、作業空間分佈以及漁獲組成特性，各聚集的作業空間分佈相對於其他特徵呈現比較明顯的區隔。

以大目鮪(RegB3)漁區定義第一區域為例(圖 33)，各類統計分析結果顯示將作業資料分成五個聚集群組為最佳。而圖 41 顯示以大目鮪(RegB3)漁區定義第三區域為例，各聚集群組內的作業特徵。如第四類聚集群組應對應的是自 2005 年後以油魚為標的魚種的作業紀錄，而第一類聚集群組則對應的是以長鰭鮪為標的魚種的作業紀錄，而第三類聚集群組則對應的是以大目鮪與黃鰭鮪為標的魚種的作業紀錄。我國作業日誌已經從 2009 後有獨立紀錄油魚漁獲，本研究根據此資訊可確認聚集分析在缺乏獨立油魚漁獲紀錄的往年，仍可以根據漁獲組成以聚集分析成功隔離出油魚漁業，並將此類作業努力量剔除於熱帶鮪類 CPUE 標準化的分析研究。

3.4 決策樹分析結果

圖 57 至圖 76 顯示大目鮪(RegB3 漁區定義)各區域決策樹、重要解釋因子與混淆矩陣。熱帶區域大目鮪、黃鰭鮪、其他魚類(油干)的漁獲量以及作業年代是主要判定聚集分類的因素，解釋度都接近七成。而東熱帶區域，作業策略是隨著不同的作業時期(年代)而有所改變。西熱帶區域的北部則會因緯度的高低，會有不同的作業策略。溫帶水域長鰭鮪、其他魚類(油干)、劍旗魚與南方黑鮪的漁獲量以及作業年代是主要判定聚集分類的因素，解釋度都高過七成。而西溫帶水域，作業策略是隨著不同的作業時期(年代)而有所改變，這個現象呼應了 2006 年油干漁業的發展。東溫帶水域隨著作業時期的改變，會有不同的作業策略，而且有幾艘特定的漁船有其獨特的作業策略。

3.5 CPUE 結果

根據 Constant Lognormal GLM 的分析結果，由表 6 至表 15 各大目鮪與黃鰭鮪漁區的 Anova 統計表與標準化模式 R^2 來看，年季時間、五度經緯度方格空間因子、作業鈎數、漁船與作業策略對於漁獲率皆有明顯的統計解釋意義。 R^2 的值分布在 0.42 至 0.68 之間，顯示模式納入的所有因子對於漁獲率的變動有一定的

解釋程度。若以 CPUE 序列趨勢的解釋力與影響力之統計分析亦可了解各因子的重要性。簡單來說，由影響力分析可以了解名目 CPUE 序列與標準化 CPUE 序列的差異主要是來自於哪一個主要因子的影響。雖然某個因子可以解釋很大的 CPUE 值的變異，但是加入此因子並不一定會有明顯的校正效果。原因是可能每年這個因子的實際變數值分布會很類似，舉例來說，季節或許可以解釋很大程度 CPUE 的變異，然每年作業努力量在各季節的作業分布可能很類似，因此模式校正後，名目 CPUE 序列與標準化 CPUE 序列的差異並不顯著。舉大目魷區域 1N 的影響力分析結果為例，各漁船的模式估計係數變化頗大，也就是有些船的單位努力漁獲量明顯高出許多，而許多高效能船隻在某些年佔較高的比例，如 1979 年，則就導致那一年的名目 CPUE 的值就會較高，而經過納入漁船效應的模式標準化後，1979 年標準化 CPUE 的值就會明顯下降。

仍以大目魷區域 1N 的影響力分析結果為例，每年作業努力量的空間分布可算是相當穩定，但在 2009 年開始在索馬利亞海域有活躍的海盜活動，所以之後三年，分布在索馬利亞海域的作業明顯下降，而 2012 年許多漁船返回這高大目魷漁獲率的區域作業，所以在 2012 年則有五度方格空間因子的年影響力就非常高。圖 80 與圖 83 顯示台灣漁船在大目魷區域 1S 與區域 4 的捕獲大目魷的漁獲能力有助年上升的趨勢，但在其他區域則無明顯變化趨勢。圖 87 顯示台灣漁船在黃鰭魷區域 4 的捕獲黃鰭魷的漁獲能力有助年上升的趨勢，但在其他區域則無明顯變化趨勢。

圖 89 至圖 90 顯示各區域大目魷與黃鰭魷標準化 CPUE 序列趨勢國際合作分析結果與本研究之比較圖，整體長期變化趨勢頗為一致。根據各魚種各區域本研究以及四國整合 CPUE 序列趨勢比較，在熱帶海域，我國黃鰭魷的 CPUE 序列趨勢較國際合作分析結果而言，下降的幅度稍微有所緩和。

大目魷區域 1N 以及區域 1S 這個西熱帶區域的資源量指標趨勢顯示，1979 年至今，並沒有明顯變化趨勢，然自 2012 年之後，最近五年呈現逐年下降的短期趨勢。而在溫帶區域，1979 年至今，CPUE 序列也並沒有明顯變化趨勢，然最近兩年呈現相對較低的值。

黃鰭魷在西熱帶區域的資源量指標趨勢顯示，1979 年 CPUE 逐年增加至 1987 年後，上下震盪至 2006 年，2006 年之後則一直下滑至 2010 年，2012 年上升至相對高點，但之後至今下降至長期來看相對低點，黃鰭魷在東熱帶區域的資源量指標趨勢顯示，1989 年 CPUE 逐年緩慢下降至 2006 年，但呈現劇烈下降至 2016 上的長期來看相對低點，呼應目前黃鰭魷資源評估為過漁的紅色警戒狀態。黃鰭魷在西部溫帶區域的資源量指標趨勢顯示，1979 年 CPUE 逐年下降至 2011 年後，至今上下震盪。黃鰭魷在東部溫帶區域的資源量指標趨勢顯示，今年給予較嚴格的樣本代表性標準，所以樣本數較少，有許多缺失值，不易比較。

圖 91 至圖 92 顯示標準化模式套適殘差分析統計圖，有幾個模式殘差分布等相關檢視與常態分佈的假設頗有差距，發現大目魷較適合用 constant lognormal model，而黃鰭魷較適合用 delta lognormal model。應該是大目魷是我國延繩釣的主要標的魚種，而黃鰭魷較屬於混獲魚種。

圖 93 至圖 102 顯示大目魷與黃鰭魷各區域與各聚集 CPUE 標準化模式殘差中位數年度分布、CPUE 標準化模式殘差年度分布與空間分布。從圖 93 發現在熱帶區域北部以大目魷為主要標的魚種的作業船隻大目魷漁獲率近五年某些季節漁獲率表現比往年高許多。整體來看近五年的漁獲率亦稍高，但是並無明顯的分間分布。從圖 100 發現在西部溫帶區域，整體而言，黃鰭魷漁獲率有較明顯的

空間分布，在莫三比克水域的黃鰭鮪的漁獲率較高。

第四節 檢討與建議

因應印度洋鮪類保育組織 IOTC 管理期程，我國應於今年八月中旬提供大目鮪標準化 CPUE 序列以作為資源量指標之一，以利資源評估。

近年我國延繩釣業者一直對於 IOTC 大目鮪與黃鰭鮪資源評估結果與現況不符產生質疑，而國外圍網業者亦透露出相同的質疑，並認為資源評估模型中之 CPUE 序列可能因忽略丟棄量而導致評估結果出現偏誤，尤其在進行漁獲量管制後，丟棄量的影響必定提高。而這也開始促始 IOTC 關注延繩釣船丟棄量的議題，且今年聯合 CPUE 分析已開始將丟棄量納入模型中進行校正，故後續需持續關注是否將對先前資源評估結果進行修正，尤其是在黃鰭鮪的資源評估上。

2017-2018 年我國黃鰭鮪丟棄量比例相較歷年明顯上升，但我國整體大目鮪與黃鰭鮪丟棄量比例仍是處於偏低狀態，雖然目前 IOTC 尚未要求我國提交丟棄量資料，但現階段已開始嘗試將丟棄量納入 CPUE 標準化分析中，因此未來對於丟棄量資料收集將顯得重要，建議後續應加強對業者宣傳丟棄量回報之重要性，以期提升我國丟棄量回報之比例。

第五節 成果效益說明及重大突破

5.1 學術成就、技術創新、經濟效益、社會影響

五來我國與日本、韓國與塞席爾科學家以及 IOTC 外聘獨立科學家共同探究印度洋熱帶鮪類標準化 CPUE 變動趨勢的合理估算方法，合作過程與成果已於五屆 IOTC 熱帶鮪類工作小組會議中發表數篇研究報告，有助於印度洋熱帶鮪類資源利用狀態有更清楚的認識。因仍有許多疑慮待釐清，每年的國際合作均受國際漁業管理組織期待。透過公開透明的國際合作，逐步提升對於漁獲統計資料的深度理解與運用，以期資源評估結果更具確定性。整體而言，除了透過深度的國際合作處理長久以來關於印度洋熱帶鮪類 CPUE 標準化序列趨勢不確定性的議題外，我國持續提供國際漁業組織我國漁業動態資訊對於我國的形象與漁業資源評估的可信度皆有所提升。

參考文獻

- Bigelow, k. and Hoyle, S.D., 2012. Standardized CPUE for South Pacific Albacore, WCPFC-SC8, Busan, Republic of Korea.
- Chang, S.-K., Hoyle, S. and Liu, H.-I., 2011. Catch rate standardization for yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in Taiwan's distant-water longline fishery in the Western and Central Pacific Ocean, with consideration of target change. *Fisheries Research*, 107(1-3): 210-220.
- He, X., Bigelow, K.A. and Boggs, C.H., 1997. Cluster analysis of longline sets and fishing strategies within the Hawaii-based fishery. *Fisheries Research*, 31(1-2): 147-158.
- Hoyle, S.D., 2014. Spatial considerations in bigeye and yellowfin CPUE from Japanese and Taiwan,China longline fisheries in the Indian Ocean, IOTC WPTT16, Bali, Indonesia.
- Hoyle, S.D., Langley, A.D. and Campbell, R.A., 2014. Recommended approaches for standardizing CPUE data from pelagic fisheries, WCPFCSC10, Majuro, Republic of the Marshall Islands.
- Hoyle SD, Okamoto H, Yeh Y-M, Kim ZG, Lee SI & Sharma R, 2015. Report of the 2nd CPUE Workshop on Longline Fisheries, 30 April – 2 May 2015, IOTC WPTT17. Montpellier, France.
- Hoyle SD, Yeh Y-M, Chang S-T & Wu R-F, 2015. Descriptive analyses of the Taiwanese Indian Ocean longline fishery, focusing on tropical areas. IOTC WPTT17 Montpellier, France.
- Hoyle SD, Doo Nam Kim, Sung Il Lee, Takayuki Matsumoto, Kaisuke Satoh, and Yu-Min Yeh. 2016. Collaborative study of tropical tuna CPUE from multiple Indian Ocean longline fleets in 2016. IOTC-2016-WPTT18-14.
- Hoyle SD, et al. 2017. Collaborative study of tropical tuna CPUE from multiple Indian Ocean longline fleets in 2017. IOTC-WPTT19-32, Victoria, Seychelles.
- Hoyle SD, Satoh K and Matsumoto T. 2017. Exploring possible causes of historical discontinuities in Japanese longline CPUE. IOTC-WPTT19-33, Victoria, Seychelles.
- Hoyle SD, Satoh K and Matsumoto T. 2017. Selectivity changes and spatial size patterns of bigeye and yellowfin tuna in the early years of the Japanese longline fishery. IOTC-WPTT19-34, Victoria, Seychelles.
- Hoyle SD, Satoh K and Matsumoto T. 2017. Exploration of Japanese size data and historical changes in data management. IOTC-WPTT19-35, Victoria, Seychelles.
- Hoyle SD. 2017. Regional scaling factors for Indian Ocean stock assessments. IOTC-WPTT19-36, Victoria, Seychelles.
- IOTC, 2014. Report of the Seventeenth Session of the IOTC Scientific Committee, IOTC SC17, Seychelles.
- Matsumoto T, et al. 2017. Consideration on high jump of Japanese longline CPUE for bigeye and yellowfin tuna in the late 1970s in the Indian Ocean. IOTC-2017-WPTT19-26.
- Maunder, Mark N., John R. Sibert, Alain Fonteneau, John Hampton, Pierre Kleiber, and Shelton J. Harley. 2006. Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1373-1385.
- Okamoto, H., 2014a. CPUE of bigeye and yellowfin tuna caught by Japanese longliner in the Indian Ocean standardized by GLM considering several aspects of area, catchability and data resolution, IOTC WPTT16, Bali.
- Okamoto, H., 2014b. Provisional study on comparison of CPUE trend of bigeye and

yellowfin tuna between Japanese and Taiwan-China longline fisheries based on whole and shared strata in the Indian Ocean, IOTC WPTT16, Bali, Indonesia.

Okamoto, S.D.H.a.H., 2011. Analyses of Japanese longline operational catch and effort for bigeye and yellowfin tuna in the WCPO, WCPFCSC7-2011/SA IP-01, Pohnpei, Federated States of Micronesia. Sofia Ortega-Garcia, Daniel Lluch-Belda and Pablo Arenas Fuentes. 2003. Spatial, seasonal, and annual fluctuations in relative abundance of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean during 1984–1990 based on fishery CPUE analysis. *Bulletin of marine science*, 72(3):613-628.

Yeh, Y.-M., 2014. Analysis of Taiwanese longline fisheries based on operational catch and effort data for bigeye and yellowfin tuna in the Indian Ocean, IOTC WPTT16, Bali, Indonesia.

Yeh Y-M & Chang S-T, 2015. Updated CPUE standardizations for bigeye and yellowfin tuna caught by Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean using generalized linear model. IOTC-WPTT17, Montpellier, France.

Yeh Y-M & Chang S-T, 2016. Updated CPUE standardizations for bigeye and yellowfin tuna caught by Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean using generalized linear model. IOTC-WPTT18, Victoria, Seychelles.

Yeh Y-M, Hoyle S and Chang S-T. 2017. Updated CPUE standardizations for bigeye and yellowfin tuna caught by Taiwanese longline fishery in the Indian Ocean, using Generalized Linear Model. IOTC-WPTT19-31, Victoria, Seychelles.

Winker, H., S. E. Kerwath and C. G. Attwood (2014). "Proof of concept for a novel procedure to standardize multispecies catch and effort data." *Fisheries Research* 155: 149-159.

備註：限於篇幅，省略附件之圖表。



**SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS**



南華大學

Nanhua University

<http://www.nhu.edu.tw/>

62249嘉義縣大林鎮南華路一段55號

05-3102100